Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer

Bakteriologische Untersuchungen zur Hygiene am zahnärztlichen Arbeitsplatz

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
WOLFGANG ERNST KLEIN
aus Seespitz/Kärnten

1983

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543922_0084

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer

Bakteriologische Untersuchungen zur Hygiene am zahnärztlichen Arbeitsplatz

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
WOLFGANG ERNST KLEIN
aus Seespitz/Kärnten

1983

Dekan: Professor Dr. W. Frommhold
1. Berichterstatter: Professor Dr. R. Mayer
2. Berichterstatter: Professor Dr. W. Steuer

Druck: Zeeb-Druck, Tübingen 7 (Hagelloch)

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Literaturübersicht	4
3.	Problemstellung	7
4.	Eigene Untersuchungen	8
4.1.	Untersuchung der Wasserqualität von zahnärztlichen Behandlungseinheiten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Tübingen (ZMK)	8
4.1.1.	Untersuchungsmaterial	8
4.1.2.	Aufbau der zahnärztlichen Behandlungseinheit	10
4.1.3.	Versorgung der zahnärztlichen Behandlungseinheiten im ZMK Tübingen mit Wasser und Druckluft	12
4.1.4.	Untersuchung des Wassers zahnärztlicher Einheiten im ZMK Tübingen	14
4.1.4.1.	Untersuchungsmethode	14
4.1.4.2.	Entnahmestellen für die Wasseruntersuchung	17
4.1.4.3.	Ergebnisse der Wasseruntersuchung	25
4.2.	Wasseruntersuchung im Bereich der Wasseraufbereitungsanlage des ZMK Tübingen	27
4.2.1.	Ergebnis der Wasseruntersuchung Wasseraufbereitungsanlage	29
4.3.	Untersuchung der Druckluftaufbereitung am ZMK Tübingen Einleitung	30
4.3.1.	Untersuchungsmethode	31
4.3.2.	Ergebnisse Druckluftaufbereitung	33

UNIV. LEIDEN MBL

Seite

4.4.	Untersuchung der Keimbesiedlung von Schlauchsystemen älterer zahnärztlicher Behandlungseinheiten	34
4.4.1.	Ergebnisse Schlauchuntersuchung	37
4.5.	Keimzahlmessungen im Umfeld des Behandlungsstuhles	38
4.5.1.	Versuchsdurchführung und Untersuchungsmethode	39
4.5.2.	Versuchsergebnisse Keimzahlmessungen im Umfeld des Behandlungsstuhles	43
5.	Diskussion	45
6.	Bakteriologische Überprüfung der Sterilisierwirkung des Kugelsterilisators nach Dessart	48
6.1.	Literaturübersicht	48
6.2.	Untersuchungsmethode	50
6.2.1.	Ergebnisse	54
6.3.	Diskussion	55
7.	Zusammenfassung	56
8.	Literaturverzeichnis	58

1. Einleitung

Die Grundlagen zur Einführung des naturwissenschaftlichen Teilbereichs Hygiene in die Medizin wurden durch die Untersuchungen und Veröffentlichungen von KOCH, PASTEUR, SEMMELWEISS, LEMAIRE, TRENDLENBURG, NEUBER, SCHIMMELBUSCH, v. PETTENKOFER und zahlreichen anderen geschaffen.
Nach BORNEFF (13) versucht die Hygiene Krankheiten zu verhüten, sowie das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit aller zu erhalten bzw. zu steigern.

Aus dieser Definition ist der Präventivcharakter der Hygiene ersichtlich, der darin besteht, schädigende Einflüsse jeder Art von Menschen abzuhalten.
Die Schwierigkeiten, dies in der zahnärztlichen Praxis zu erreichen, werden deutlich, wenn man analysiert, welche Faktoren auf Behandler und Patient einwirken.
Dies sind im wesentlichen:

- Hochtechnisierte Behandlungsmethoden, wobei der technische Standard der Geräte infektions-hygienische Anforderungen oft nicht berücksichtigt
- Behandlungsabläufe in dem physiologisch nicht keimfreien Areal der Mundhöhle mit einer Standort- und Durchgangsflora von außerordentlicher Vielfalt
- Eine hohe Behandlungsfrequenz, als deren Folge notwendige Hygienemaßnahmen nicht immer im erforderlichen Umfang praktiziert werden.

Somit bestehen in der zahnärztlichen Praxis zahlreiche Möglichkeiten sowohl für den Patienten, als auch für den behandelnden Arzt und sein Personal, eine Infektion zu erwerben.

Bezüglich des Erregerspektrums für Infektionskrankheiten kann auch im zahnärztlichen Bereich festgestellt werden, daß aufgrund eines Erregerwandels in den letzten Jahrzehnten bestimmte, früher bedrohliche, seuchenhafte Erkrankungen heute ausgeschaltet sind oder durch die Möglichkeit der

Therapie ihre Schrecken verloren haben.
Anderseits sind aber Erregergruppen in den Vordergrund getreten, die zum Teil ihren normalen Standort im menschlichen Organismus haben oder im Rahmen eines Keimträgertums bei einem gewissen Prozentsatz der Bevölkerung nachweisbar sind, ohne gleichzeitig eine klinische Symptomatik hervorzurufen (z.B. Staphylococcus aureus). Diese Keimarten können bei einem Standortwechsel oder bei bestimmten Dispositionen zu infektiösen Erkrankungen führen (95).
Für den zahnärztlichen Bereich relevant sind die Mikroorganismen der Regionen der oberen und unteren Atemwege. Es wurden hier etwa 50 Keimarten gezählt (10, 34, 61, 85, 97, 106), bei einer Maximalzahl von 4×10^8 Keimen/ml in Speichel und Nasen- und Rachensekret (88).
Von den hier lokalisierbaren pathogenen und potentiell pathogenen Bakterien und Pilzen seien erwähnt: Mycoplasma pneumoniae, Staphylococcus aureus, Cornynebakterium, Enterobacteriaceae, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium tuberculosis und Candida albicans.
Neben den zahlreichen Erkrankungen durch Influenza-, Rhino-, RS-, Coxsackie-, Echo-, Mumps-, Röteln- und Herpesviren, ist in zahlreichen Untersuchungen besonders auf die Hepatitis-Erreger der Erkrankungsformen A und B und Non A Non B hingewiesen worden (3, 27, 31, 33, 46, 67, 69, 75, 102).

Die Übertragung der Hepatitis A verläuft fäkal - oral, während die Hepatitis B-Viren vor allem durch Blut, Plasma, Serum und Blutprodukte übertragen werden (17).
Erkannte BRAUN (14) bereits 1962: "Sicher ist, daß die Zahl der infektiösen Erkrankungen bei Zahnärzten, einschließlich Hilfspersonal, wesentlich höher liegt als bei Arbeitern und Angestellten" und lag damals die Hepatitis infectiosa mit 22.5 % Anteil an der Spitze der zahnärztlichen Berufskrankheiten, so hat sich seither an dieser Feststellung nichts geändert.
Zahnärzte infizierten sich nach einer Untersuchung aus dem Jahre 1977 (27) etwa 6 bis 30 mal häufiger als die übrige Bevölkerung mit Hepatitisviren. Beträgt der Durchseuchungs-

grad mit Hepatitis B-Viren bei der Normalbevölkerung ca. 1 % (31), so liegt er bei Zahnärzten bei 21 % (33). Die Morbiditätsrate unter den Zahnärzten lag in den siebziger Jahren zwischen 10,4 % und 13,5 % (27, 46), wobei nahezu 80 % der Hepatitiserkrankungen bei Zahnärzten als berufsbedingt anzusehen sind (46).

2. Literaturübersicht

Die in der Einleitung aufgeführten Fakten unterstreichen den hohen Stellenwert der Infektionsprophylaxe in der zahnärztlichen Praxis und betonen mit Nachdruck die Forderung nach einer hygienebezogenen Ausrichtung der zahnärztlichen Tätigkeit, wo immer dies nur möglich erscheint.
Seit vielen Jahren wird auf bestimmte hygienische Schwachstellen in der Zahnarztpraxis hingewiesen (1, 4, 7, 8, 9, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 34, 36, 39, 40, 43, 45, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 64, 65, 66, 72, 73, 74, 75, 79, 82, 87, 92, 94, 96, 98, 105, 108, 110).
Der Mehrfachgebrauch von Handtüchern, Stückseife, Spülgläsern sowie mangelhafte Geräte- und Instrumentendesinfektion seien hier stellvertretend genannt.
Die Kontamination prothetischer Arbeiten auf dem Weg zwischen Praxis und Labor stellt ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Gefahrenquelle dar, der man sich erst in jüngster Zeit bewußt wird (25, 38, 76, 84).
Als Quintessenz aus diesen Untersuchungen kann man folgende wesentliche Übertragungswege für Infektionserreger in der zahnärztlichen Praxis nennen:

1. Die Hände des behandelnden Arztes und des assistierenden Personals
2. Die bei der Behandlung verwendeten Instrumente
3. Die Schutzkleidung
4. Die kontaminierten Oberflächen in der Umgebung des Patienten im Behandlungsbereich.

Daneben stellen die Antriebs- und Kühlsysteme der zahnärztlichen Behandlungseinheiten einen weiteren Problemkreis dar.
Bei der Präparation mit der Turbine entsteht durch Kühlwasserspray und Umfangsgeschwindigkeit der Bohrer bzw. Schleifkörper ein polydisperses Aerosol. Dieses Aerosol wird, angereichert mit Mikroorganismen, Schmelzpartikeln, Teilchen des Füllungsmaterials sowie kariöser Dentinmasse aus der Mundhöhle, in Form eines Sprühkegels reflektiert (80, 83,

86, 109, 111). Dabei ist die höchste Bakteriendichte in 60 cm Entfernung vom Munde des Patienten nachzuweisen (6). Erste Untersuchungen zum Thema Infektionsmöglichkeiten durch Behandlungselemente wurden 1953 von ALBRECHT, RIETHE und WASILIEWSKI (2) veröffentlicht.
Eine direkte Infektionsgefahr wurde damals als gering erachtet, obwohl in geringer Anzahl auch pathologische Mikroorganismen wie Staph. aureus, hämolysierende Streptokokken, Pneumokokken und Bakterium pyocyaneum nachgewiesen werden konnten.
1959 wies MEYER (78) auf drei Möglichkeiten der Keimübertragung beim Umgang mit der Turbine hin:

1. Versprengung von im Kühlwasser der Turbine vorhandenen Keimen
2. Sprayrückprall aus dem Mund des Patienten, vermischt mit Keimen der Mundhöhle
3. Keimverschleppung durch mangelhafte Desinfektion und Sterilisation von Turbine und Winkelstücken.

RIETHE (86) machte 1960 den Druck des Wassersprays beim höchsttourigen Arbeiten für die Infektionsgefahr verantwortlich, der Keime aus den kariösen Defektbereichen herauslöst und aus dem Munde schleudert.
Seither wurde in zahlreichen Untersuchungen auf den hohen Keimgehalt des Turbinensprays hingewiesen. Dabei wurden an Mikroorganismen vor allem Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Enterobacter-Arten, Alcaligenes faecalis und Flavobakterien nachgewiesen (5, 18, 19, 42, 49, 63, 70, 71, 77, 87, 89, 96, 100, 109, 111).
KELSTRUP (50) berichtet aus Dänemark, daß nicht nur das Wasser in den Dentaleinheiten mit pathogenen Keimen verseucht war, sondern daß in einigen Zahnkliniken auch die zuführenden Wasserleitungen Wasser von fauligem Geruch führten, und daß darin das gesamte Spektrum der bereits genannten Mikroorganismen dargestellt werden konnte.
In der Literatur werden eine Reihe von Maßnahmen diskutiert, um der Minimalforderung nach Trinkwasserqualität des Turbi-

nensprays näherzukommen. So wurden verschiedene Desinfektionsfiltersysteme (19, 79) und Desinfektionslösungen (44, 50, 100) erprobt, die sich, wenn überhaupt, nur zögernd in die Praxis einführen lassen.
Berücksichtigt man ferner, daß eine völlige Keimfreiheit von Hand- und Winkelstücken bereits nach kurzer Behandlungsdauer nicht mehr gegeben ist (47, 55), daß die raumlufthygienischen Verhältnisse eines Behandlungszimmers durch die installierten Antriebssysteme und deren Kühlwasserzufuhr und Absauganlagen negativ beeinflußt werden können (48, 91), und daß bei all diesen Parametern die Raumgröße des Behandlungszimmers einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß auf den Hygienestatus hat (62), so wird deutlich, wie schwierig es ist, der gegebenen Infektionsgefahr für Patient und Behandler wirkungsvoll zu begegnen.

3. Problemstellung

Wie aus der Literaturübersicht hervorgeht, haben sich eine Vielzahl von Autoren mit den Problemen der Hygiene am zahnärtzlichen Arbeitsplatz auseinandergesetzt.
Die Hinweise auf eine konstruktionsbedingte Möglichkeit der Keimübertragung bei Dentaleinheiten sind jedoch neueren Datums (GRÄF und VOLLMUTH 1976 (35); HETZHEIM und RITZ 1977 (44)).
Es war ein Ziel der vorliegenden Arbeit, zu untersuchen, ob an den neueren Dentaleinheiten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen (ZMK), vergleichbare hygienische Bedingungen nachweisbar sind.
Dazu wurde das in den Einheiten verwendete Wasser und dessen Zufuhr an verschiedenen Stellen im ZMK Areal bakteriologisch überprüft.
Dem Druckluftkeimgehalt in den verschiedenen Stufen der Aufbereitung galt ein weiterer Untersuchungsabschnitt.
Gleichzeitig war die Möglichkeit gegeben, die wasserzu- und abführenden Schlauchsysteme älterer Einheiten auf deren hygienischen Zustand zu untersuchen.
Als Bewertungsmaßstab für die Qualität des Wassers der Dentaleinheiten wurde die seit dem 16.2.1976 gültige Trinkwasserverordnung (101) der Bundesrepublik Deutschland zugrundegelegt. Als Richtwerte für einwandfreie Wasserqualität gelten Koloniezahlen von unter 100 Keimen/ml in nicht aufbereitetem und bis 20 Keime/ml in desinfiziertem Trinkwasser, wobei dieser Wert unmittelbar nach der Desinfektion eingehalten werden muß (20, 101).

Im zweiten Untersuchungsteil wurden hygienische Bedingungen im Umfeld des Behandlungsstuhles erfaßt. Der Schwerpunkt lag hier bei der Arbeitsbekleidung als hygienischer Schwachstelle.

Eine dritte Untersuchungsreihe galt der Frage nach der Effektivität des Kugelsterilisators nach Dessart. Da es sich dabei um einen in sich geschlossenen Teilbereich handelt, wird dieser Untersuchung eine spezielle Literaturübersicht vorangestellt.

4. Eigene Untersuchungen

4.1. Untersuchung der Wasserqualität von zahnärztlichen Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

4.1.1. Untersuchungsmaterial

Die Untersuchungen wurden ausschließlich am ZMK Tübingen durchgeführt.
Für die Beurteilung der Wasserqualität wurden fünf Einheiten von identischem Funktionsprinzip ausgewählt.
Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, fiel die Wahl auf die in der Poliklinik des Zentrums installierten Einheiten. Diese werden ausschließlich von Assistenten im Routinebetrieb benutzt und sind somit den allgemein üblichen Bedingungen und Beanspruchungen unterworfen. Verfälschungen der Testergebnisse durch lange Standzeiten des Wassers, bedingt durch Ausfallzeiten wie Semesterferien, Vorlesungen, Labortätigkeit, wie sie an anderen von Studenten benutzten Einheiten die Regel sind, konnten so ausgeschlossen werden.

Eine Übersicht über den Standort der zahnärztlichen Einheiten innerhalb des Zentrums und die Zuleitung von Wasser und Druckluft mit verschiedenen weiteren Meßpunkten gibt die Abbildung 1 auf Seite 9.

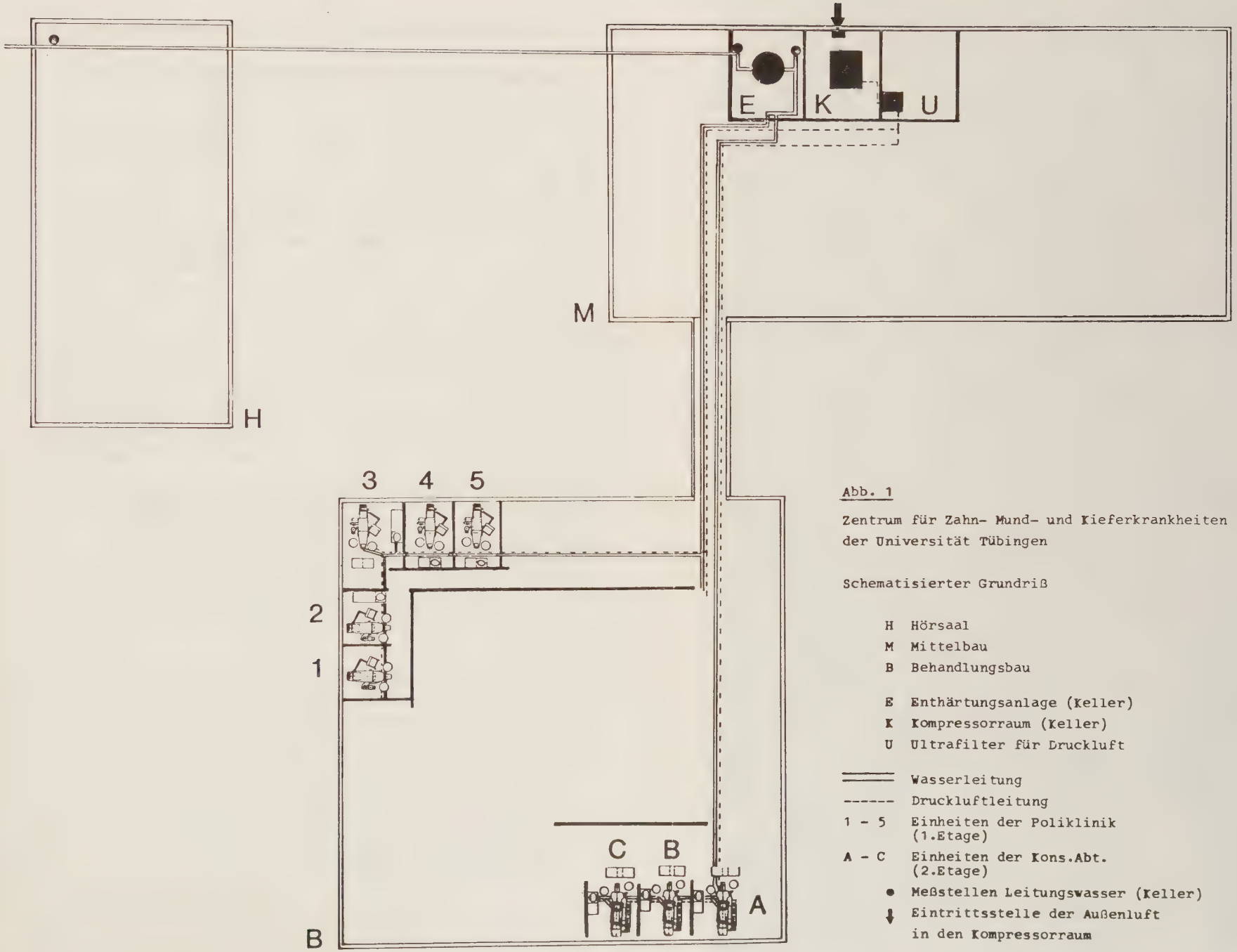


Abb. 1

Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Tübingen

Schematisierter Grundriß

H Hörsaal
M Mittelbau
B Behandlungsbau

E Enthärtungsanlage (Keller)
K Kompressorraum (Keller)
U Ultrafilter für Druckluft

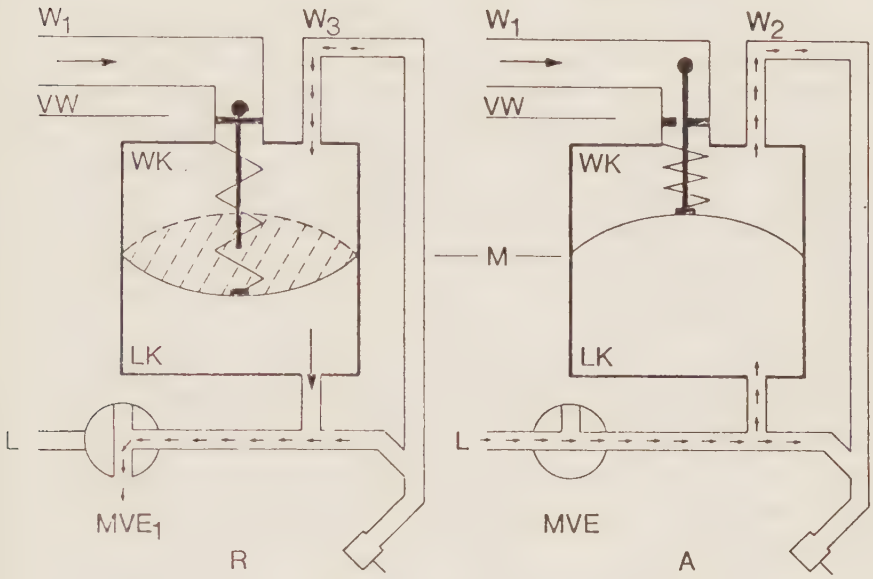
═══ Wasserleitung
------ Druckluftleitung
1 - 5 Einheiten der Poliklinik (1.Etage)
A - C Einheiten der Kons.Abt. (2.Etage)
● Meßstellen Leitungswasser (Keller)
⬇ Eintrittsstelle der Außenluft in den Kompressorraum

4.1.2. Aufbau einer zahnärztlichen Behandlungseinheit

Vergleicht man den Aufbau und das Funktionsprinzip von Dentaleinheiten verschiedener Hersteller, so unterscheiden sich die neueren Modelle nur wenig voneinander.
Im folgenden ist die Beschreibung auf die Versorgungssysteme von Wasser und Druckluft reduziert.
In der Regel wird das Wasser aus dem Leitungsnetz des jeweiligen öffentlichen Versorgungsnetzes entnommen. Ein Grobstoffilter am Eingang und mehrere Feinstoffilter im Inneren des Geräts dienen der Abscheidung von Schmutzpartikeln. Das Leitungsmaterial besteht aus Kunststoff (Polyvinylchlorid und Siliconderivate) und Metallverbindungen (Kupferlegierungen).
Die Regelung des Kühlwasserflusses für die Turbine und den Mikromotor übernimmt ein aufwendiges Steuerungssystem. Das lästige Nachtropfen nach Abschalten der Turbine wird dabei durch den Einbau einer hydraulischen Weiche unterbunden. Diese Konstruktion hat aber zur Folge, daß ein Teil des Kühlwassers nach Abschalten der Turbine in den Schlauch zurückgesaugt wird, und daß die Kühlwasserschläuche dann zum Aggregat hin offen sind, da sich die Verschlußventile im Inneren der Geräte befinden. Es werden je nach Baumuster 1,5 bis 2,5 ml der im Schlauch befindlichen Wassersäule zurückgesaugt. Die Schlauchinnenräume stellen daher feuchte Kammern dar und bieten somit den Bakterien ideale Lebensbedingungen.

Das Arbeitsprinzip der hydraulischen Weiche ist in Abb. 2 auf Seite 11 schematisiert dargestellt.

Abbildung 2: Arbeitsprinzip der hydraulischen Weiche



Arbeitsstellung: Wird der Fußanlasser betätigt, bewegt der Druck der Turbinenantriebsluft die Membran der hydraulischen Weiche in Richtung Wasserkammer und öffnet zugleich das Ventil für die Wasserzufuhr (VW).
Das Wasser durchfließt die Wasserkammer (WK) und Schlauchleitungen bis zur Turbine (W_2).

Ruhestellung: Nimmt man den Fuß vom Anlasser, wird das Magnetventil Luft (MVE 1) geschlossen. Durch Ausströmen der Luft fällt der Druck innerhalb der hydraulischen Weiche. Die Federkraft der Feder überwiegt, und die Membran wird in Richtung Luftkammer gedrückt. Dadurch sperrt das Ventil (VW) den Wasserzulauf (W_1). Gleichzeitig wird durch die sich in die Luftkammer (LK) wölbende Membran ein Teil des Wassers (W_3) aus der Turbine zurückgesaugt.

4.1.3. Versorgung der zahnärztlichen Behandlungseinheiten im ZMK Tübingen mit Wasser und Druckluft

Das Wasser wird aus dem Leitungsnetz der Stadt Tübingen entnommen und passiert im Keller des ZMK Tübingen eine Basenaustausch-Doppel-Enthärtungsanlage, die nach dem Ionenaustauscherprinzip arbeitet. Vor der Enthärtung erfolgt eine Reinigung des Wassers durch Sandsiebe. Dahinter sind im Wasserleitungsnetz des Zentrums keine weiteren Filter oder Siebe installiert. Erst in den Einheiten selbst sind Grobteilchensiebe eingebaut.
Das enthärtete Wasser wird im Keller des Zentrums in dessen zentrale Wasserleitung eingespeist, von der die einzelnen Stockwerke und somit die jeweiligen dort befindlichen Einheiten abzweigend versorgt werden (Abb. 1 auf Seite 9).

Für eine Kontamination des Patienten mit Keimen des Wassers einer zahnärztlichen Behandlungseinheit gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Das Kühlwasser aus Turbine und Mikromotor
2. Das Wasser-Luft-Gemisch aus dem Sprayhandstück
3. Das Kühlwasser des Ultraschallgeräts
4. Das Mundspülwasser.

Die an einer Einheit zum Einsatz kommende Luft wird zentral im Keller des Zentrums von einem Kompressor verdichtet und bereits dort durch einen Wasserabscheider entwässert.
Der Kompressor saugt die Luft des Kompressorraumes, der über einen Lamellenventilator mit der Außenluft in Verbindung steht, an. Nach Verdichtung und Entwässerung wird die Luft in einem Kältetrockner über ein Mikrovlies geführt, wobei nochmals Feststoffe, Öle und Wasser abgefiltert und automatisch abgeführt werden (Abb. 1 auf Seite 9).

An einer Behandlungseinheit kommen der Druckluft, neben dem Antrieb von zahlreichen Schaltvorgängen am Gerät selbst, weitere wichtige Aufgaben zu:

1. Der Antrieb der Turbine.
   Bei den heutigen Geräten erfolgt eine Rückführung der Druckluft ins Gerät. Ein Kontakt der Antriebsluft mit dem Patienten ist nicht möglich.

2. Die Kühlung des Mikromotors.
   Die Luft verläßt dabei das Hand- bzw. das Winkelstück am Bohrkopf und am Ansatz.

3. Die Bildung von Kühlspray am Mikromotor und an der Turbine durch Zusatz von Druckluft zum Kühlwasser.

4. Das Auspusten von Kavitäten mit Hilfe des Sprayhandstücks.

Der Druck der ausströmenden Luft liegt zwischen 1,6 und 3,2 bar. Die Durchflußmenge beträgt am Sprayhandstück ca. 13 l/min. Als Sprayluft werden an Turbine oder Mikromotor maximal 20 l/min abgegeben.

4.1.4. Untersuchung des Wassers zahnärztlicher Einheiten des ZMK Tübingen

4.1.4.1. Untersuchungsmethode

Die Wasserproben wurden am Montagmorgen vor Arbeitsbeginn entnommen. Der Probenziehung ging der vorgeschriebene Probelauf von Turbine und Handstück durch die Stuhlassistenz voraus.
Die Entnahmestellen wurden mit 70 %igem Äthylalkohol desinfiziert. Da diese Maßnahme das Untersuchungsergebnis hätte verändern können, wurden die ersten 100 ml Wasser verworfen. Dann wurden jeweils ca. 10 ml Wasser in große Reagenzgläser gefüllt, die mit Metallkappen verschlossen, sofort dem Analyseverfahren zugeführt wurden.
Von jeder Probe wurden Verdünnungsreihen bis zum Faktor 10^{-3} angelegt und jeweils 0,1 ml auf Blutagar ausgespatelt. Die Bebrütung der ersten Testreihe erfolgte bei 37°C, die der zweiten bei 22°C über 48 Stunden im Brutschrank. Anschliessend folgte eine quantitative und qualitative Auswertung. Nicht beimpfte Blutagarplatten wurden den gleichen Bedingungen unterworfen, um Verarbeitungsfehler oder Verunreinigungen entdecken und ausschließen zu können.
Die verwendeten Pipetten und Reagenzgläser wurden den Vorschriften entsprechend benutzt. Vor Gebrauch erfolgte eine Sterilisation in Heißluft (30 Minuten bei 180°C).
Zur qualitativen Bestimmung der einzelnen Mikroorganismen dienten selektive Nährböden wie Mc Conkey-Agar für koliforme Bakterien oder Cetrimid-Agar für Pseudomonaden, sowie das mikroskopische Präparat und Stoffwechseltestmethoden.

Eine Übersicht der Bestimmungsmethoden ist in Tabelle 1 auf den Seiten 15 und 16 zusammengestellt.

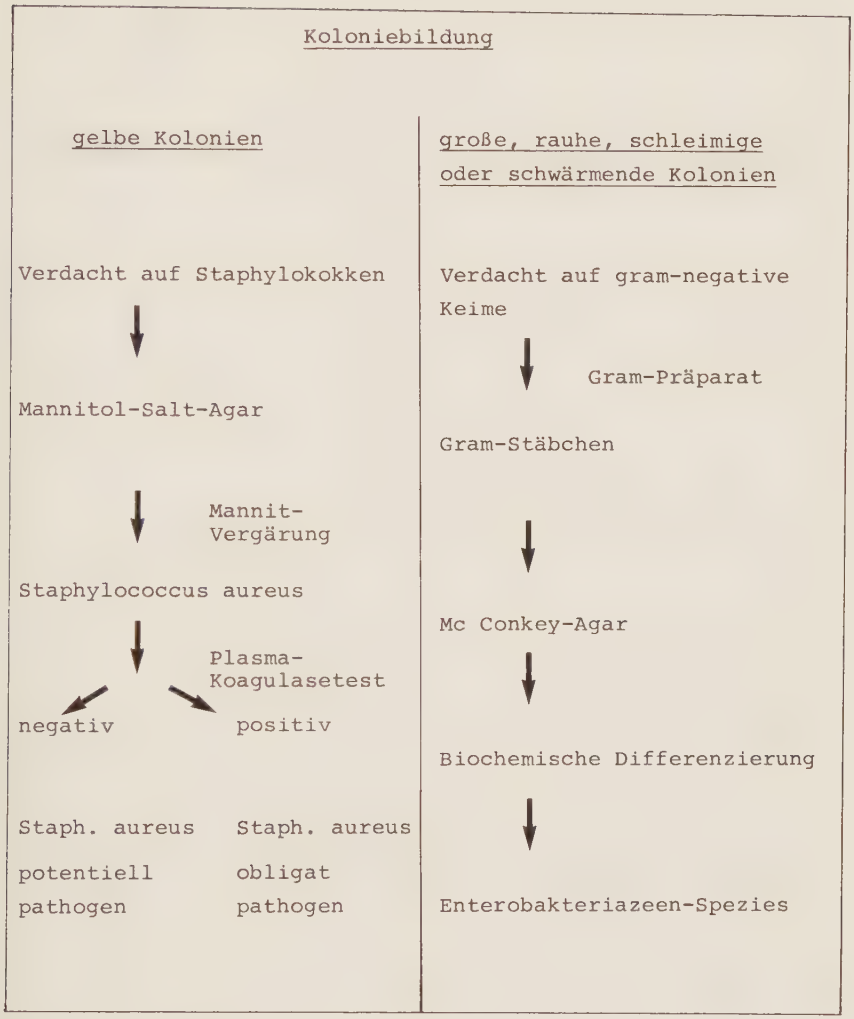


Tabelle 1: Differenzierung und Diagnose von Mikroorganismen
Blatt 1 nach Bebrütung von Blutagarplatten

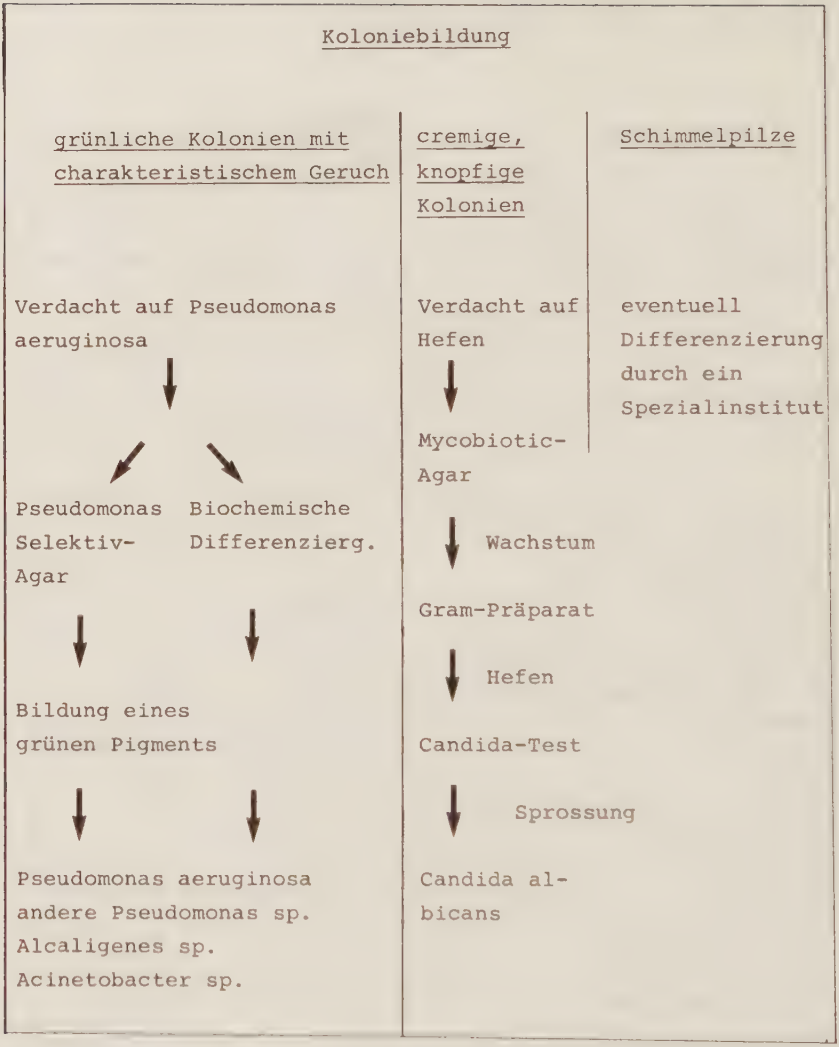


Tabelle 1: Differenzierung und Diagnose von Mikroorganismen nach Bebrütung von Blutagarplatten

4.1.4.2. Entnahmestellen für die Wasseruntersuchung

Um die hygienische Situation des Wassers der Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen zu überprüfen, wurden an fünf Einheiten der Poliklinik des Zentrums Wasserproben entnommen.

Entnahmestellen waren:
- Das Spray der Turbine
- Das Spray des Mikromotors
- Das Wasser des Ultraschall-Zahnsteinentferners
- Das Wasser des Sprayhandstücks
- Das Mundspülwasser
- Das Wasser des im Behandlungsraum installierten Handwaschbeckens.

Einheit und Handwaschbecken werden aus einer vom Hauptwasserrohr abzweigenden, die gesamte Abteilung versorgenden Wasserleitung gespeist.

Nachdem in einem Vorversuch das Wasser aus den verschiedenen Entnahmestellen der Einheiten einen so hohen Keimgehalt aufwies, daß die unverdünnt beschickten Agar-Platten nicht auszählbar waren, wurden im Hauptversuch Verdünnungsreihen angelegt.

Das Wasser der Handwaschbecken wurde zusätzlich in den Test mitaufgenommen, um den Keimgehalt des Wassers der Einheiten mit dem des zuführenden Wassernetzes vergleichen zu können.

Entnahmestelle	Bebrütungstemperatur	KBE/ml Einheit Nr. 1	2	3	4	5	$\bar{x}$
Turbine	22°C	227.272	240.000	106.364	64.455	42.000	136.018
	37°C	74.545	98.182	27.273	18.181	5.856	44.807
Handstück	22°C	318.818	1.290.000	108.182	640.000	196.363	510.673
	37°C	122.727	87.272	60.909	11.712	49.091	66.343
Zahnsteinentferner	22°C	170.000	196.364	150.000	290.000	60.000	173.273
	37°C	250.909	120.909	22.523	140.000	85.000	123.868
Sprayhandstück	22°C	61.818	300.909	50.000	150.000	68.182	126.182
	37°C	9.727	162	2.727	14.545	8.182	7.069
Mundspülwasser	22°C	71.818	118.182	4.545	1.182	37.237	46.593
	37°C	30.000	29.091	376	1.567	3.000	12.807
Waschbecken	22°C	---	500	306	550	1.700	764
	37°C	---	10	527	900	1.234	668

KBE: Koloniebildende Einheit

$\bar{x}$: Mittelwert

Tabelle 2: Keimgehalt des Wassers zahnärztlicher Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

Einheit Nr. 1		
Entnahmestelle	Turbine	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	227.272	74.545
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Handstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	381.818	122.727
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien Pseudomonas sp.	Mikrokokken Staph. epidermidis Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Zahnsteinentferner	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	170.000	250.909
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Staph. epidermidis Pseudomonas sp.	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Staph. epidermidis Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Sprayhandstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	61.818	9.727
Mikroorganismen	Mikrokokken Pseudomonas sp.	Mikrokokken Falvobakterien
Entnahmestelle	Mundspülwasser	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	71.818	30.000
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Corynebakterien

Tabelle 3: Bakteriologische Analyse des Wassers zahnärztli-
Blatt 1: cher Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

Einheit Nr. 2		
Entnahmestelle	Turbine	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	240.000	98.182
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Handstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	1.290.000	87.272
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien	Mikrokokken Staph. epidermidis Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Zahnsteinentferner	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	196.364	120.909
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien	aerobe Sporenbildner Pseudomonas sp. Corynebakterien
Entnahmestelle	Sprayhandstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	300.909	162
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner Pseudomonas sp.	
Entnahmestelle	Mundspülwasser	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	118.182	29.091
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien Corynebakterien	Mikrokokken Flavobakterien

Tabelle 3: Bakteriologische Analyse des Wassers zahnärztlicher Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

Blatt 2:

Einheit Nr. 3		
Entnahmestelle	Turbine	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	106.364	27.273
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien	
Entnahmestelle	Handstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	108.182	60.909
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner Flavobakterien Pseudomonas sp.	Mikrokokken Flavobakterien Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Zahnsteinentferner	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	150.000	22.523
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporen- bildner
Entnahmestelle	Sprayhandstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	50.000	2.727
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien Pseudomonas sp. Corynebakterien	
Entnahmestelle	Mundspülwasser	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	4.545	376
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien	Mikrokokken

Tabelle 3: Bakteriologische Analysen des Wassers zahnärztlicher Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

Blatt 3:

Einheit Nr. 4:		
Entnahmestelle	Turbine	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	64.455	18.181
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner Mikrokokken Flavobakterien Pseudomonas sp.	aerobe Sporenbildner Mikrokokken Pseudomonas sp.
Entnahmestelle	Handstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	640.000	11.712
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien Pseudomonas sp. Corynebakterien	
Entnahmestelle	Zahnsteinentferner	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	290.000	140.000
Mikroorganismen	vergrünende Streptokokken Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporenbildner
Entnahmestelle	Sprayhandstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	150.000	14.545
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner afermentative gramnegative Stäbchen Flavobakterien	
Entnahmestelle	Mundspülwasser	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	1.182	1.567
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien Corynebakterien	

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle 3: Bakteriologische Analyse des Wassers zahnärztlicher Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

Blatt 4:

Einheit Nr. 1		
Entnahmestelle	Turbine	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	42.000	5.856
Mikroorganismen	Mikrokokken afermentative gram-negative Stäbchen Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporenbildner
Entnahmestelle	Handstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	196.363	49.091
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien	
Entnahmestelle	Zahnsteinentferner	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	60.000	85.000
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Flavobakterien	
Entnahmestelle	Sprayhandstück	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	68.182	8.182
Mikroorganismen	Mikrokokken Flavobakterien	Mikrokokken Pseudomonas sp. Fadenpilze
Entnahmestelle	Mundspülwasser	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	37.273	3.000
Mikroorganismen	Flavobakterien	Mikrokokken aerobe Sporenbildner Pseudomonas sp.

Tabelle 3: Bakteriologische Analyse des Wassers zahnärztlicher Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

Blatt 5:

Einheit Nr. 1:	keine Messung möglich	
Einheit Nr. 2:	Handwaschbecken	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	500	10
Mikroorganismen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner	Flavobakterien
Einheit Nr. 3:	Handwaschbecken	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	306	527
Mikroorganismen	Mikrokokken	Mikrokokken aerobe Sporenbildner
Einheit Nr. 4:	Handwaschbecken	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	550	900
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner	Mikrokokken Flavobakterien afermentative gram-negative Stäbchen
Einheit Nr. 5:	Handwaschbecken	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	1.700	1.234
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner Fadenpilze	

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle Nr. 4: Bakteriologische Analyse des zuführenden Leitungswassers der Behandlungseinheiten des ZMK Tübingen

4.1.4.3. Ergebnisse der Wasseruntersuchung

Wie aus den Tabellen 2 und 3 ersichtlich, weist das Wasser aller Entnahmestellen an den Einheiten Keimzahlen auf, die deutlich über den für das Trinkwasser geforderten Keimgehalt von maximal 100 KBE/ml liegen.

Der geringste Keimgehalt liegt bei 162 KBE/ml, das ermittelte Maximum bei 1.290.000 KBE/ml.

Die Ergebnisse der beiden Bebrütungstemperaturen zeigen das wie bei vergleichbaren Analysen nachgewiesene Bild. Die bei 22°C inkubierten Agarplatten weisen wesentlich höhere Keimzahlen auf als die bei 37°C bebrüteten.

Vergleicht man die Koloniezahlen der einzelnen Entnahmestellen der Einheiten, so stellt man mehrere Besonderheiten fest:

Die Keimzahlen des Wassers der Entnahmestellen Turbine und Handstück liegen auf einem vergleichsweise einheitlichen, hohen Niveau, was mit dem nahezu identischen Aufbau des Schlauchsystems erklärbar ist. Die Werte der Entnahmestelle Zahnsteinentferner sind ähnlich hoch, während die Keimzahlen des Wassers aus dem Sprayhandstück deutlich niedriger liegen.

Auffallend ist der Abfall der Keimzahl beim Mundspülwasser. Hier liegen die Koloniezahlen um eine Zehnerpotenz unter denen des Turbinenwassers.

Über der Norm liegen auch die Keimzahlen des Wassers der Handwaschbecken, die zwar nicht unmittelbar mit der im selben Raum installierten Behandlungseinheit in Verbindung stehen, aber wie diese aus der zentralen Wasserleitung bedient werden.

Im Wasser der einzelnen Behandlungseinheiten konnten neben den fakultativ pathogenen Pseudomonaden und Corynebakterien apathogene Mikrokokken, apathogene aerobe Sporenbildner, Flavobakterien, Staph. epidermidis, afermentative gramnegative Stäbchen, vergrünende Streptokokken und Fadenpilze

nachgewiesen werden.
Die unterschiedliche Bebrütungstemperatur ergab keine Änderung des Keimspektrums, zeigte aber deutlich auf, daß die im Wasser vorhandenen Mikroorganismen bei 22°C wesentlich günstigere Wachstumsbedingungen als bei 37°C vorfinden.

Dies läßt den Schluß zu, daß es sich dabei um an die Wassertemperatur adaptierte Keime handelt, was aber nicht die Untersuchungen wiederlegt, die nachwiesen, daß durch den Rücksaugeffekt Keime aus der Mundhöhle des Patienten angesaugt werden.

4.2. Wasseruntersuchung im Bereich der Wasseraufbereitungsanlage des ZMK Tübingen

Alarmiert durch den hohen Keimgehalt des Wassers der Handwaschbecken in der Poliklinik im ersten Stock des Zentrums galt es zu klären, ob das aus dem Leitungsnetz entnommene Trinkwasser den Anforderungen genügt, oder ob die zwischengeschaltete Enthärtungsanlage die Ursache für die hohen Keimzahlen darstellt.

Die Wasserproben wurden entnommen nach Eintritt des Leitungswassers ins Klinikareal nach Druchströmen der Wasseruhr sowie vor und nach der Enthärtungsanlage. Die Meßstellen liegen alle auf einer Ebene im Bereich des Kellers des Zentrums. Zwischen Keller und Handwaschbecken im ersten Stock sind keine Entnahmestellen installiert, so daß die Meßstelle nach der Enthärtungsanlage die letzte Meßstelle vor dem Testhandwaschbecken Nr. 5 in der Poliklinik darstellt (Abb. 1 auf Seite 9).

Die Probenahme und die Analyse des Wassers erfolgte nach dem unter 4.1.4.1. auf Seite 14 beschriebenen Verfahren.

Meßstelle	Wasseruhr	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	22	kein Wachstum
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner	-
	Flavobakterien	-
Meßstelle	**vor der Enthärtung**	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	8	kein Wachstum
Mikroorganismen	Mikrokokken	-
	aerobe Sporenbildner	-
	Flavobakterien	-
	Sproßpilze	-
Meßstelle	**nach der Enthärtung**	
Bebrütungstemp.	22°C	37°C
KBE/ml	150	20
Mikroorganismen	aerobe Sporenbildner	aerobe Sporenbildner
	Sproßpilze	Flavobakterien
		Sproßpilze

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle Nr. 5: Bakteriologische Analyse des zuführenden Leitungswassers des ZMK Tübingen

4.2.1. Ergebnisse der Wasseruntersuchung der Wasseraufbereitungsanlage

Nach dieser Analyse erfüllt das Wasser der Wasserversorgung Tübingen die hygienischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung (101).

Auch die 50 m Differenz zwischen Meßstelle Wasseruhr und Meßstelle vor der Enthärtung, führten nicht zu einer Erhöhung der Koloniezahlen.
Nach Passieren der Enthärtungsanlage steigt jedoch die Keimzahl deutlich an. Waren zuvor keine bei 37°C wachsenden Keime nachweisbar, so konnten an der Meßstelle nach der Enthärtungsanlage 20 KBE/ml registriert werden. Die Zahl der bei 22°C bebrüteten Keime stieg hier über den zulässigen Wert auf 150 KBE/ml an.

Das Keimspektrum verändert sich nach der Enthärtungsanlage nicht.
Es konnten Mikrokokken, aerobe Sporenbildner, Flavobakterien und Sproßpilze identifiziert werden.

Es ist bekannt (104), daß Ionenaustauschanlagen häufig eine Brutstätte für Mikroorganismen darstellen. Eine Regeneration in kurzen Abständen und/oder eine Desinfektion nach kurzzeitigem Abstellen der Anlage gelten als probate Mittel, um die Koloniezahlen des durchlaufenden Wassers drastisch zu vermindern.

4.3. Untersuchung der Druckluftaufbereitung am ZMK Tübingen

Einleitung

Luftkeime haften an Staubpartikeln und an in der Luft schwebenden feinsten Wassertröpfchen, den sogenannten droplet nuclei. Außenluftkeime sind zum Teil relativ widerstandsfähig gegen Austrocknung und UV-Strahlung. Wird die Raumluft zwangsbefeuchtet, wie dies in Klimaanlagen geschieht, so ist, abhängig von der Art der Befeuchtung, mit dem Auftreten von Feuchtluftkeimen, wie Pseudomonaden oder Klebsiellen, zu rechnen.

Die Einstufung der Reinheitsklassen für die Belüftung von Arbeitsräumen erfolgt z.B. durch die VDI 2083 (103) oder das Schweizerische Krankenhausinstitut, das in den "Richtlinien für Bau, Betrieb und Überwachung von lüftungstechnischen Anlagen in Spitälern" (93) für Räume mit normalem Keimpegel, je Kubikmeter Raumluft Keimzahlen von 200 - 500 Keimen angibt.
Zum Vergleich sei angeführt, daß in Räumen, für die ein niedriger Keimpegel gefordert werden muß, wie z.B. aseptische Operationsräume, nach dieser Richtlinie nicht mehr als 200 Keime/m^3 Raumluft vorhanden sein dürfen. Ergänzend müssen bestimmte physikalische Raumluftzustände wie Mindest- und Höchsttemperatur mit den zugehörigen relativen Feuchtebereichen und die maximale Luftgeschwindigkeit eingehalten werden.

Da es zumindest theoretisch denkbar ist, daß ein Teil der im Wasser der Behandlungseinheiten nachgewiesenen Mikroorganismen aus der zugeführten Druckluft stammt, war es das Ziel dieser Untersuchung, den Keimpegel im Aufbereitungsbereich der Druckluft zu überprüfen.
Das Ansaugen der Luft erfolgt im Kompressorraum im Keller des Zentrums. Die verdichtete und entwässerte Luft wird ohne weitere zwischengeschaltete Filtersysteme zu den einzelnen Behandlungseinheiten geführt (Abb. 1 auf S. 9).

4.3.1. Untersuchungsmethode

Die Keimzahlbestimmung der Luft erfolgte nach dem Impaktionsverfahren mit einem CASELLA-Slit-Sampler. Bei dieser Methode wird ein definiertes Volumen der zu untersuchenden Luft durch einen engen Spalt gesaugt. Zwei Millimeter unterhalb des Spalts rotiert eine mit Blutagar ausgegossene Petrischale mit definierter Geschwindigkeit. In diesem Versuch waren es fünf Minuten pro Umdrehung. Von der feuchten Oberfläche des Nährbodens werden im Luftstrom mit hoher Geschwindigkeit aufprallende Keime festgehalten. Durch die Rotation der Platte werden sie über die gesamte Fläche verteilt. Der Meßdurchsatz betrug 1.200 l Luft/5 min.

Die Raumluftproben wurden am Ansaugstutzen des Kompressors, nach der Ultrafiltration und zusätzlich in einem Behandlungsraum bei laufender Turbine in 9-Uhr-Position ca. 1 m vom Kopf des Patienten entfernt, genommen.

Im Kompressorraum wurde von den Lamellen des Ventilators ein Abstrich und eine Abklatschprobe genommen.

Zusätzlich erfolgte eine Sedimentationsmessung im Kompressorraum durch Aufstellen einer offenen, mit Blutagar gefüllten Petrischale bei einer Expositionszeit von einer Stunde, zentral in Höhe des Kompressoransaugstutzens im Kompressorraum.

Alle Proben wurden 48 Stunden bei 37°C inkubiert und anschließend ausgezählt und differenziert.

Meßstelle	KBE/m^3
Kompressorraum	72
Ablaßventil Luft nach Ultrafilter	42
Behandlungsraum	152

Tabelle 6 a: Raumluftuntersuchungen mit dem Bakteriensammler

KBE/dm^2		Mikroorganismen
280	darunter	aerobe Sporenbildner Mikrokokken

Tabelle 6 b: Abklatschuntersuchung an den Lamellen des Ventilators

Meßstelle		Mikroorganismen
Ventilator	darunter	aerobe Sporenbildner Keime der Gasbandgruppe

Tabelle 6 c: Abstrich von den Lamellen des Ventilators

Meßstelle	KBE/dm^2/Stunde
Kompressorraum	13

Tabelle 6 d: Sedimentationsmessung der Raumluft

Tabellen 6 a bis 6 d: Ergebnisse der Luftuntersuchungen

KBE: Koloniebildende Einheit

4.3.2. Ergebnisse Druckluftaufbereitung

An den Lamellen des Ventilators, der Kompressorraum und Außenluft verbindet, wurden apathogene Mikrokokken, apathogene aerobe Sporenbildner und Keime der Gasbrandgruppe (anaerobe Sporenbildner) nachgewiesen. Die Koloniezahl betrug 280 KBE/dm^2.

Eine Sedimentationsmessung in der Mitte des Kompressorraumes ergab eine Koloniezahl von 13 KBE/dm^2/h.

Der dem Kompressor nachgeschaltete Ultrafilter reduzierte die Keimzahl von 72/m^3 im Kompressorraum auf 42 KBE/m^3. Im Behandlungsraum selbst wurden bei laufender Turbine 152 KBE/m^3 Raumluft gemessen.

4.4. Untersuchung der Keimbesiedlung von Schlauchsystemen älterer zahnärztlicher Behandlungseinheiten

Ergänzend zu den bisher aufgeführten Untersuchungen bestand die Möglichkeit, die zu- und abführenden Luft- und Wasserschläuche an Einheiten älterer Bauart, die seit Jahren benutzt wurden, auf ihre Keimbesiedlung zu untersuchen.
Diese Einheiten wiesen, was die Luft- und Wasserführung anbetrifft, ein anderes Konstruktionsprinzip als die zuvor untersuchten modernen Einheiten auf.
Die Zuleitung zur Turbine besteht aus insgesamt drei Schläuchen. Ein großer Schlauch führt die Treibluft und umhüllt zwei kleinere Kunststoffschläuche, von denen einer die Luft für das Turbinenspray, und der andere das Spraywasser führt. Diese kleineren Schläuche vereinigen sich vor der Turbine. Zwischen Treibluft und Sprayluft besteht auch in der Turbine keine Verbindung.

An drei Einheiten wurde das Turbinenschlauchsystem, das ca. neun Monate in Betrieb war, auf einer Länge von drei Metern abgeschnitten und das Wasser des Spraywasserschlauches abgelassen.

In die einzelnen Schläuche wurden je 10 ml einer Nährbouillon (Oxoid Nr. 2) mittels einer sterilen Spritze eingebracht und nach Passage der einzelnen Schläuche separat in einem sterilen Reagenzglas aufgefangen und der Analyse zugeführt.
Je ein Milliliter Nährbouillon wurden auf eine Blutagarplatte ausgespatelt und parallel dazu in einer Petrischale mit flüssigen Endoagar vermischt.

Die Bebrütung bei 37°C dauerte 48 Stunden. Eine Kontrolle der dabei gewonnenen Ergebnisse erfolgte nach insgesamt 96 Stunden Bebrütungsdauer.
Nichtbeimpfte Blutagar- und Endoplatten wurden bei gleichen Bedingungen als Kontrolle auf Verunreinigungen bebrütet.
Die Keimzahlbestimmung erfolgte mit Hilfe von Zählkammern.

Turbinenschläuche			
	Luft	Sprayluft	Spraywasser
Einheit Nr. A:			
KBE/ml	4	1.083	1.824
Mikroorg.	Staph. epidermidis	Pseudomonas sp.	Pseudomonas sp.
Einheit Nr. B:			
KBE/ml	8	237	7.101
Mikroorg.	Staph. epidermidis	Achromobacter sp.	Mikrokokken aerobe Sporenbildner
Einheit Nr. C:			
KBE/ml	5	193	23.085
Mikroorg.	Staph. epidermidis	Pseudomonas sp.	Pseudomonas sp.

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle 7: Keimbesiedlung der Turbinenschlauchsysteme älterer Behandlungseinheiten

	KBE/ml	Mikroorganismen
Einheit Nr. A	keine Messung möglich	
Einheit Nr. B	12.312	Achromobacter sp.
Einheit Nr. C	7.866	Staph. epidermidis

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle 8: Keimbesiedlung des Wasserschlauchs am Doriot-gestänge älterer Behandlungseinheiten

	KBE/ml	Mikroorganismen
Einheit Nr. A	10^6	Pseudomonas sp. Enterobacter sp. Proteus morganii
Einheit Nr. B	10^6	Pseudomonas sp. Enterobacter sp.
Einheit Nr. C	120.840	Pseudomonas sp. Enterobacter sp. Proteus morganii

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle 9: Keimbesiedlung des Speichelsaugerschlauchs älterer Behandlungseinheiten

4.4.1. Ergebnisse Schlauchuntersuchung

Vor einer Analyse der Ergebnisse, die in Tabelle 7, 8 und 9 aufgelistet sind, muß darauf verwiesen werden, daß die angegebenen Koloniezahlen lediglich eine relative Aussage über die Keimbesiedlung der Schläuche ermöglichen. Die quantitative Aussage ist nicht mit den Ergebnissen der Wasseruntersuchung vergleichbar.

Bei Vergleich der drei Turbinenschläuche wiesen bei allen drei Einheiten die Treibluftschläuche die niedrigsten Koloniezahlen auf. Fakultativ pathogene Keime konnten nicht nachgewiesen werden.
Die Koloniezahlen der Sprayluftschläuche lagen wesentlich höher als die der Treibluftschläuche. Bei Einheit A und C fand sich eine Pseudomonaden-Reinkultur, bei Einheit B Achromobacter spezies.
Die relativ höchste Keimbesiedlung wiesen die wasserführenden Schlauchsysteme auf. Sie waren bei Einheit A und C von Pseudomonas-Arten, bei Einheit B von Mikrokokken und aeroben Sporenbildnern besiedelt.

Das Schlauchsystem des Doriotgestänges wies vergleichsweise hohe Keimzahlen auf. Pseudomonas-Arten konnten hier nicht nachgewiesen werden.

In allen drei Speichelsaugerschläuchen wurden außergewöhnlich hohe Koloniezahlen gefunden. Die Anhäufung der dort nachgewiesenen fakultativ pathogenen Keime wie Proteus, Pseudomonas spezies und Enterobacter-Arten ist beunruhigend, zumal bei diesen Systemen die Möglichkeit des Auspumpens ins Speibecken gegeben war.

4.5. Keimzahlmessungen im Umfeld des Behandlungsstuhles

Ausgehend von der Forderung, daß der Patient nicht dem Risiko ausgesetzt werden sollte, sich im zahnärztlichen Bereich zu infizieren, hat man seit langem auf bestimmte hygienische Schwachstellen hingewiesen (siehe Literaturübersicht).

In der zahnärztlichen Praxis steht die Verhütung von Infektionen exogenen Ursprungs ganz wesentlich im Vordergrund. Daher wurde im Rahmen dieser Untersuchung primär dieser Bereich berücksichtigt.
Als Schwerpunkt wurde die Schutzkleidung der Behandler ausgewählt.
Die 2. Arbeitstagung: Hygiene in der Praxis (4) hat dazu festgestellt: "Normale Arbeitskleidung ist keine Schutzkleidung! Sie darf zum Selbstschutz des Personals im Behandlungsbereich nicht getragen werden. Die Schutzkleidung muß alle übrigen Kleidungsstücke überdecken. Es ist mindestens ein täglicher Wechsel der Schutzkleidung vorzunehmen".

Diese Forderungen sollen Bestandteile der geplanten Unfallverhütungsvorschrift werden.

Da am ZMK Tübingen im nicht-chirurgischen Bereich die Schutzkleidung nicht gestellt wird, ist es bei Studenten, Assistenten und Dozenten vielfach noch üblich, über der normalen Straßenhose den Schutzkittel zu tragen, der in der Regel lediglich wöchentlich gewechselt wird. Es ist Ziel dieser Untersuchung, die Kontamination von Schutzkittel und Straßenhose festzustellen.

Weitere Abklatschuntersuchungen galten der Erfassung der hygienischen Situation in unmittelbarer Umgebung des Behandlungsstuhles.

4.5.1. Versuchsdurchführung und Untersuchungsmethode

An 18 Studenten des ZMK Tübingen wurde jeweils eine Abklatschprobe von der Straßenhose oberhalb des Knies und eine oberhalb der rechten Kitteltasche genommen. Alle überprüften Studenten waren Rechtshänder. Beide Testbereiche werden erfahrungsgemäß besonders häufig von der behandelnden rechten Hand berührt.

In einem zweiten Abschnitt dieser Untersuchung wurden von verschiedenen Teilen des Behandlungsstuhles, die vom Zahnarzt bzw. Studenten während der Behandlung zwangsläufig berührt werden müssen, Abklatschproben genommen.

Das Speibecken, oft Stiefkind des studentischen Putzaufwandes, wurde an drei Stellen überprüft:

1. An der Außenfläche
2. An der schrägen Innenfläche
3. Der Abflußbereich im Zentrum des Beckens.

Die Probenahme erfolgte während des kliniküblichen Semesterbetriebs, am Stuhl, unmittelbar vor Einsetzen eines neuen Patienten.

Die Bestimmung der Keimzahl erfolgte durch einen einmaligen Abklatsch mit Agarkulturen. Als Nährboden wurde ein Casein-Soja-Lecithin-Agar verwendet, dem Tween 80 als Enthemmer zugesetzt war.
Bei kleinen Gegenständen, wie dem Handgriff der Arbeitsfeldleuchte, wurde die Agarscheibe über das Testobjekt abgerollt.
Nach einer Bebrütung von 48 Stunden bei 37°C erfolgten Auszählung und Differenzierung der Keime mit Hilfe der bereits aufgeführten bakteriologischen Verfahren.

Proband Nr.	Straßenhose KBE/dm^2	Mikroorganismen	Schutzkittel KBE/dm^2	Mikroorganismen
1	232	Staph. aureus	408	Mikrokokken
2	128	Mikrokokken	Rasen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner
3	48	Mikrokokken	440	Mikrokokken
4	132	Mikrokokken	460	Sproßpilze der Saccharomyces-gruppe
5	Rasen	aerobe Sporenbildner	Rasen	aerobe Sporenbildner
6	Rasen	Staph. aureus	?	Mikrokokken
7	Rasen	Mikrokokken	-x	kein Wachstum
8	132	Mikrokokken	-x	kein Wachstum
9	720	aerobe Sporenbildner	64x	Mikrokokken
10	Rasen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner	20x	aerobe Sporenbildner
11	Rasen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner	208	Mikrokokken

Rasen: nicht zählbares, konfluierendes Keimwachstum
? : Platten mit Randwachstum, daher nicht auswertbar
x : Frisch gewaschene Kittel aus der Wäscherei
KBE : Koloniebildende Einheit

Tabelle 10: Keimbesiedlung der Schutzkleidung von Studenten des ZMK Tübingen

Blatt 1

Proband	Straßenhose		Schutzkittel	
Nr.	KBE/dm^2	Mikroorganismen	KBE/dm^2	Mikroorganismen
12	Rasen	aerobe Sporenbildner	?	Mikrokokken aerobe Sporenbildner
13	?	Mikrokokken	156	Mikrokokken
14	Rasen	Mikrokokken aerobe Sporenbildner	60	Mikrokokken
15	120	Mikrokokken	72	Mikrokokken
16	204	Mikrokokken	Rasen	Mikrokokken
17	84	Mikrokokken	128	Mikrokokken
18	204	Mikrokokken	148	Mikrokokken

Rasen: nicht zählbares, konfluierendes Keimwachstum

? : Platten mit Randwachstum, daher nicht auswertbar

KBE : Koloniebildende Einheit

Tabelle 10: Keimbesiedlung der Schutzkleidung von

Blatt 2 Studenten des ZMK Tübingen (Fortsetzung)

Stuhl	Meßbereich	KBE/dm^2	Mikroorganismen
1	Handgriff Lampe	20	Mikrokokken
2	Handgriff Lampe	32	Mikrokokken
1	Griff Kombielement	36	Mikrokokken
1	Armlehne rechts	344	Pseudomonas sp.
2	Armlehne rechts	320	aerobe Sporenbildner
1	Bedienungsknöpfe	28	Mikrokokken
2	Bedienungsknöpfe	28	Mikrokokken
1	Kopfstütze	168	Mikrokokken
2	Kopfstütze	160	Mikrokokken
1	Winkelstück	48	Mikrokokken
1	Winkelstück nach Desinfektion mit "Spitacid"	-	kein Wachstum
1	Speibecken Rand	10	Mikrokokken Pseudomonas sp.
2	Speibecken Rand	Rasen	Pseudomonas aeruginosa
3	Speibecken Rand	66	Mikrokokken Pseudomonas sp.
1	Speibecken Innen	Rasen	Mikrokokken Pseudomonas sp.
2	Speibecken Innen	95	Pseudomonas aeruginosa
3	Speibecken Innen	80	Mikrokokken Pseudomonas sp.
1	Speibecken Abfluß	Rasen	Pseudomonas sp.
2	Speibecken Abfluß	Rasen	Pseudomonas sp.
3	Speibecken Abfluß	Rasen	Pseudomonas sp.

KBE: Koloniebildende Einheit

Tabelle 11: Keimbesiedlung verschiedener Behandlungsstuhlelemente

4.5.2. Versuchsergebnisse: Keimzahlmessungen im Umfeld des Behandlungsstuhles

Nimmt man die Einteilung der koloniebildenden Einheiten von Mikroorganismen nach KANZ (49) als Beurteilungsmaßstab, wonach eine Koloniezahl von 290 Keimen/dm² bereits eine erhebliche Kontamination darstellt, so waren neun der 18 Straßenhosen erheblich bis stark kontaminiert.
Dieser Bewertungsmaßstab muß bezüglich der Pathogenität und des Standorts der nachgewiesenen Keime relativiert werden. So war das Keimspektrum von apathogenen Mikrokokken und apathogenen aeroben Sporenbildnern geprägt. An zwei Hosen wurde Staphylococcus aureus nachgewiesen.

Die Keimbesiedlung der 18 untersuchten Schutzkittel war vergleichsweise geringer. Hier waren sechs der 16 auswertbaren Proben erheblich bis stark kontaminiert.
Da aber bewußt ein Teil der Probanden mit frisch gewaschenen Kitteln überprüft wurde (Proband Nr. 8, 8, 9, 10), sind die Ergebnisse nicht direkt mit denen der Straßenhosen zu vergleichen.
Mit 0 bis maximal 64 Keimen/dm² war der Keimbesatz der frisch gewaschenen Kittel relativ gering. Besiedelt waren die Kittel mit apathogenen Mikrokokken und aeroben Sporenbildnern. In einem Fall wurden Sproßpilze der Saccharomycesgruppe isoliert. Staphylococcus aureus konnte im Gegensatz zu den Hosenproben nicht nachgewiesen werden.

Verglichen mit den Koloniezahlen, die auf Kitteln und Hosen gefunden wurden, wiesen die überprüften Behandlungselemente geringere Keimzahlen auf, die zudem bei beiden Stühlen annähernd gleich lagen.
Eine erhebliche Kontamination zeigten die rechten Armlehnen beider Stühle mit 320 bzw. 344 Keimen/dm².
Die Keimbesiedlung der untersuchten Behandlungsstuhlelemente bestand mit einer Ausnahme aus apathogenen Mikrokokken. Eine der Armlehnen war mit einer Reinkultur Pseudomonaden bewachsen.

An allen Speibecken wurden Pseudomonaden und Mikrokokken nachgewiesen. Die Koloniezahlen schwankten an den Außen- (Rand) und Innenflächen zwischen zehn Keimen/dm² und Rasenwachstum. Das Zentrum der Innenfläche, in der Tabelle 11 mit Abfluß bezeichnet, wies in allen drei Fällen eine nicht auszählbare Reinkultur von Pseudomonaden auf.

5. Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen den Grad der mikrobiellen Exposition des Patienten durch eine moderne zahnärztliche Einheit und ihr Umfeld auf.

Wichtigstes Keimreservoir ist dabei das Wasser, das die Behandlungseinheiten als Kühl- oder Spülwasser verläßt. Der Keimgehalt übersteigt dabei bei weitem den maximal zulässigen Wert von 100 Keimen/ml.
Diese Ergebnisse decken sich mit den Untersuchungsergebnissen von GRÜN und CROTT (37), GRÄF und VOLLMUTH (35) und RITZ und HETZHEIM (44).

Die nachgewiesenen Koloniezahlen waren im Kühlwasser von Turbine, Handstück und Ultraschallzahnsteinentferner am höchsten, fallen beim Sprayhandstück geringfügig, beim Mundspülwasser dagegen stark ab.
Die Ursache könnte im unterschiedlichen Schlauchmaterial und in den verschieden großen Querschnitten der wasserführenden Systeme liegen. Die Zuleitung für den Mundspülbereich ist aus Metall gefertigt, die übrigen Schläuche aus Kunststoff. Die Kunststoffschläuche weisen kleinere Querschnitte auf als die Mundspülwasserzuleitung.
Es erscheint durchaus möglich, daß die verwendeten Kunststoffe das Bakterienwachstum begünstigen. Da zudem die Durchströmungsgeschwindigkeit des Wassers in den Kunststoffleitungen faktisch größer ist als in der Mundspülwasserleitung, ist es denkbar, daß daher die Ausspülrate der am Kunststoff haftenden Mikroorganismen größer wird.

Die Hauptursache für die insgesamt sehr hohen Keimgehalte des die Einheit verlassenden Wassers ist, wie von GRÄF und VOLLMUTH (35) nachgewiesen wurde, konstruktionsbedingt.
Die Spraywasserrücksaugung aus der Turbine, vermischt mit Luft, Speichelnebel und Mundhöhlensekret des Patienten, führt zu einer Inneninfektion der in Kommunikation stehenden wasserführenden Systeme.
Belegt wird dies durch das nachgewiesene Keimspektrum im Wasser der Schlauchsysteme.

Der Keimpegel des Leitungswassers im Bereich der überprüften Dentaleinheiten steigt zwar nach Passieren der Enthärtungsanlage des Zentrums über die Norm auf bis zu 1700 KBE/ml an, zeigt aber das typische Keimspektrum des Trinkwassers auf. Es fehlen die im Wasser der Einheiten nachgewiesenen Pseudomonaden, Corynebakterien und Staphylococcus epidermidis.
Die Hypothese, daß die aus der Mundhöhle angesaugten und sich im Schlauchsystem vermehrenden Mikroorganismen sozusagen rückwärts aus der Einheit in das Wasserleitungsnetz einwachsen, wird durch diesen Befund nicht gestützt.

Eine Verringerung der Anzahl der Mikroorganismen im Wasser einer Einheit läßt sich durch Desinfektionsmaßnahmen (19, 37, 44) oder durch eine konsequente Umkonstruktion des wasserführenden Systems erreichen.
Eine Verminderung der Keimzahlen ist daneben auch möglich durch einen Vorlauf vor Inbetriebnahme der Turbine am Patienten. Dadurch wird der extrem hohe Keimpegel auf ca. 10 % seines Anfangswertes reduziert.
Ein längeres Laufenlassen der Turbine,z.B. über eine Stunde, erbringt keine wesentliche Reduzierung der Koloniezahlen, da sich ein Gleichgewichtszustand zwischen Ablösen und Ausprayen der Keime und deren Regeneration einzustellen scheint (35). Vor jedem weiteren Einsatz des Geräts sollte eine Vorabsprühung von ca. 20 ml Sprayflüssigkeit, entsprechend ca. 20 sec Spraydauer, vorgenommen werden (35).

Es muß hier aber klar darauf hingewiesen werden, daß diese Maßnahmen lediglich ein Kurieren am Symptom darstellen. Da durch die vorliegenden Untersuchungen im Schlauchsystem der Dentaleinheiten neben apathogenen Mikroorganismen vor allem fakultativ pathogene Pseudomonaden nachgewiesen werden konnten, muß nachdrücklich eine Reduzierung der Keimzahl der zahnärztlichen Behandlungseinheiten gefordert werden.

Die extrem hohe Kontamination der untersuchten Speichelsaugerschläuche mit pathogenen Mikroorganismen, wirft auch in diesem Bereich die Frage nach einer wirkungsvollen Desin-

fektion auf. Das am Zentrum einmal pro Woche übliche Durchspülen der Speichelsaugerschläuche mit einer Desinfektionslösung, ist zugunsten einer täglichen Desinfektion zu verlassen.

Die in der zahnärztlichen Einheit zur Verwendung kommende Druckluft ist bei sachgemäßer Aufbereitung und Filterung nahezu keimfrei (44). Da das Luftfiltersystem der Druckluftaufbereitung des ZMK Tübingen lediglich 42 Keime/m² passieren läßt, und die untersuchten Druckluftschläuche der Einheiten nahezu keimfrei waren, kommt die Luftversorgung der Einheiten als Keimschlepper kaum in Betracht. Trotzdem sollte überlegt werden, keimdichte Filter einzubauen.

Die Abklatschuntersuchungen der Schutzkleidung ergaben bei der Hälfte der untersuchten Kleidungsstücke eine erhebliche bis starke Kontamination mit apathogenen Mikroorganismen. Daß lediglich in drei Fällen pathogene Keime nachgewiesen werden konnten, kann die nachhaltig zu stellende Forderung nach einem besseren Hygieneverhalten der Studenten und Dozenten nicht entkräften.
Die Tatsache, daß mit pathogenen Keimen behaftete Hosen eine Kontaminationskette bis hinein in den Privatbereich der Studenten bilden können, sollte die Einsicht fördern, daß die Schutzkleidung lediglich im Klinikbereich getragen und täglich gewechselt werden sollte.

Die teilweise sehr hohe Kontamination des Umfeldes des Behandlungsstuhles mit Pseudomonas-Arten sollte dazu führen, daß bei jedem Patientenwechsel von den Studenten eine konsequente Reinigung und Desinfektion des Stuhles und der dazugehörenden Elemente wie Arbeitsfeldleuchte, Speibecken, Schwebetisch etc. durchgeführt wird.
Es liegt vor allem an den ausbildenden Lehrkräften, die Erkenntnis zu vermitteln, daß optisch sauber nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit 'frei an pathogenen Mikroorganismen.'

6. Bakteriologische Überprüfung der Sterilisierwirkung des Kugelsterilisators nach Dessart

Kugelsterilisatoren zählten noch vor Jahren zur Standardausrüstung einer zahnärztlichen Praxis. Zwischenzeitlich schienen sie vom Markt verschwunden zu sein. In den letzten zwei Jahren nimmt der Verkauf, nach Auskunft großer Dental-Depots, wieder zu.
Da aber immer noch recht weitreichende Aussagen bezüglich der Einsatzmöglichkeiten des Kugelsterilisators verbreitet werden, schien es sinnvoll, zu untersuchen, welche Expositionszeiten bei Kontamination mit vegetativen Keimen und Sporenerde unbedingt erforderlich sind.

6.1. Literaturübersicht

Erste kritische Untersuchungen zur Wirksamkeit dieses Sterilisatortyps wurden bereits im Jahre 1934 von HANNE (41) durchgeführt.
Er beschreibt die damalige Ausführung des Kugelsterilisators nach Dessart als ein Gerät, "dessen Sterilisierraum einen Durchmesser von 3,5 cm und 7 cm Höhe aufweist und mit Stahlkugeln von 2,5 mm Durchmesser angefüllt ist. Ein elektrischer, thermostatgesteuerter Heizkörper erwärmt den Sterilisierraum und die Stahlkugeln von der Wandung her. Die zu sterilisierenden Geräte werden in die erhitzten Kugeln eingetaucht und durch Belassen darin für kürzere oder längere Zeit sterilisiert".

Vergleichbar war dieser Sterilisator mit dem sogenannten "Flaherty-Sterilisator" (30), dessen Sterilisierraum nach Erhitzen mit einer flüssigen Metallegierung angefüllt war, was aber den Nachteil hatte, daß geringe Metall- oder Oxydteilchen an den Instrumenten hängenblieben.
Geriet dieser Sterilisatortyp wegen seiner Nachteile schnell in Vergessenheit, so wird der Kugelsterilisator nach Dessart, was den Geräteaufbau, den Wirkungsmechanismus, ja sogar die Form anbetrifft, bis auf den heutigen Tag als "SANAP-Kugel-

sterilisator (90)" nahezu unverändert weitergebaut. Lediglich die Stahlkugeln wurden gegen Glaskugeln ausgetauscht.

Die Abgrenzung des Anwendungsbereichs dieses Sterilisatortyps war Gegenstand zahlreicher Untersuchungen.
HANNE (41) und BREENKÖTER (15) hielten ihn für die Sterilisation von kleineren Geräten und Gegenständen geeignet.
HANNE (41) empfahl eine Sterilisationstemperatur von 250°C, wenn nicht die Gefahr einer Elastizitätsminderung der Instrumente besteht. Er konnte nachweisen, daß die vegetativen Formen von Bact. coli, Prodigiosus und Kokken nach wenigen Sekunden Expositionsdauer abgetötet waren. Dagegen betrug die erforderliche Expositionszeit für Sporenbildner bis zu 90 sec bei 260°C.
STEINKAMM (99) fand heraus, daß Einwirkzeiten von 2 - 20 sec bei Temperaturen von 230°-280°C ausreichten, um die vegetativen Keimformen abzutöten. Sporenbildner waren nach seinen Untersuchungen bereits nach 45 sec abgetötet.
KÜNZEL (68) stellte klar heraus, daß der Einsatzbereich des Kugelsterilisators auf die Zwischensterilisation von Kleininstrumenten begrenzt bleiben muß, und daß immer eine ordnungsgemäße Sterilisation durch andere Sterilisiermethoden voranzugehen hat.
Darauf wird auch in der Gebrauchsanweisung des "Sanap-Kugel-Sterilisators" (90) hingewiesen.

6.2. Untersuchungsmethode

Zur Verfügung stand ein Elektro-Kugelsterilisator SANAP, dessen Konstruktionsprinzip auf dem Dessart'schen Kugelsterilisator basiert. Die Einhaltung der Arbeitstemperatur von 250°C wird durch einen Thermostaten gewährleistet und wurde während der Versuche regelmäßig mit einem geeichten Thermometer kontrolliert.
Die Verwendung des Geräts erfolgt entsprechend der Gebrauchsanweisung.

Testobjekte waren Kleininstrumente wie Extirpationsnadeln, Räumer und Lentulos der üblichen Größen, die vorwiegend zur Wurzelbehandlung verwendet werden. Zusätzlich wurden kleine chirurgische Fräsen zum Test herangezogen.
Vor jedem Versuchsdurchgang erfolgte eine Sterilisation der einzeln in Tüten verpackten Instrumente im Autoklaven über 10 min bei 134°C und 2,2 bar.

Nach orientierenden Vorversuchen wurden Kerr-Räumer der Größe 1 - 12 mit Sporenerde kontaminiert.
Die zuvor sterilisierten Räumer wurden den Tüten entnommen und in eine Mischung aus destilliertem Wasser und Sporenerde eingetaucht. Dann folgte eine Trocknungsphase von 5 min bei Raumtemperatur, bevor die beimpften Räumer dem Test zugeführt wurden.
Nach Exposition im Kugelsterilisator erfolgte die Bebrütung der Instrumente in einer Nährbouillon für 48 Stunden bei 37°C im Wärmeschrank.
Zeigte sich Wachstum, wurden Subkulturen auf Blutagar ausgestrichen und 24 Stunden bei 37°C bebrütet.
Die jeweilige Testreihe wurde nur gewertet, wenn die parallel laufenden Kontrollen beim Keimkontrolltest (KK 7) positiv und beim Sterilitätskontrolltest (SK) negativ ausfielen.
Eine Modifizierung dieser Versuchsdurchführung hatte das Ziel, möglichst realitätsnah den Gewebsschutz der Mikroorganismen in vivo zu simulieren. Daher wurde im zweiten Versuchsdurchgang (Tabelle 12) zur Beimpfung eine Blutlösung-Sporenerde-Mischung verwendet, die aus 8 ml Transfusionsblut,

2 ml gesättigter $CaCl_2$-Lösung und 2ml Staph. aureus-Bouillon-Kultur und Sporenerde zusammengesetzt war.

Dieses Verfahren der Gewebsschutzsimulation durch eine Blutlösung wurde in der zweiten Testreihe, bei der die Wirksamkeit des Kugelsterilisators gegenüber vegetativen Keimen untersucht wurde, beibehalten. Als Testkeim wurde der besonders widerstandsfähige Staphylococcus aureus ausgewählt. Versuchsträger waren Wurzelkanalinstrumente (Tabelle 13) und kleine chirurgische Fräsen (Tabelle 14).

Die Instrumentensterilisation, die Exposition, die Bebrütung und Auswertung erfolgte bei allen Testreihen einheitlich wie auf Seite 50 beschrieben.
Die Bebrütung der Subkulturen der Testreihe zwei erfolgte auf Baird-Parker-Agar.

Test	Expositionszeit in sec							
Nr.	10	20	30	40	50	60	SK	KK
1	+	+	-	-	-	-	-	+
2	-	-	-	-	-	-	-	+
3	-	-	+	-	-	-	-	+
4	-	-	-	-	-	-	-	+
5	-	-	-	+	-	-	-	+

Wurzelkanalinstrumente

Tabelle 11: Testreihe 1 - Sporenerde - aufgeschwemmt in Wasser

Test	Expositionszeit in sec							
Nr.	10	20	30	40	50	60	SK	KK
1	+	+	+	+	+	-		+
2	+	+	+	-	-	-		+
3	+	+	-	-	-	-		+
4	+	+	-	-	-	-		+
5	+	+	-	+	-	-		+

Wurzelkanalinstrumente

Tabelle 12: Testreihe 1 - Sporenerde - aufgeschwemmt in Blut

\+ = Wachstum
\- = kein Wachstum
SK = Sterilitätskontrolle
KK = Keimkontrolle

Test Nr.	Expositionszeit in sec 2	5	8	10	15	20	SK	KK
1	-	+	+	-	+	-	-	+
2	+	-	-	-	-	-	-	+
3	+	-	-	+	-	-	-	+
4	-	-	-	-	-	-	-	+
5	-	+	-	-	-	-	-	+
6	+	-	-	+	-	-	-	+
7	-	-	-	-	-	-	-	+
8	-	-	-	-	-	-	-	+
9	+	+	+	+	-	-	-	+
10	-	+	-	-	-	-	-	+
11	-	-	-	-	-	-	-	+
12	+	-	-	-	-	-	-	+

Wurzelkanalinstrumente

Tabelle 13: Testreihe 2 - Staphyloccocus aureus - aufgeschwemmt in Blut

Test Nr.	Expositionszeit in sec 5	10	15	20	25	SK	KK
1	+	+	-	-	-	-	+
2	+	+	-	-	-	-	+
3	+	+	-	-	-	-	+
4	+	-	-	-	-	-	+
5	+	+	-	-	-	-	+
6	+	+	+	-	-	-	+
7	+	-	-	-	-	-	+
8	+	+	-	-	-	-	+

Fräsen

Tabelle 14: Testreihe 2 - Staphylococcus aureus - aufgeschwemmt in Blut

\+ = Wachstum

\- = kein Wachstum

SK = Sterilitätskontrolle

KK = Keimkontrolle

6.2.1. Ergebnisse

Aus den Ergebnissen in Tabelle 11 und 12 geht hervor, daß die verwendete Aufschwemmung der Sporenerde in Blut die Sterilisierwirkung des getesteten Kugelsterilisators, verglichen mit der Aufschwemmung der Sporenerde in destilliertem Wasser, eindeutig verschlechtert.
Wurden bei der Sporenerde-Wasser-Mischung die Sporen an vier der fünf Instrumente bereits nach 10 sec abgetötet, so war dies bei der Blut-Sporenerde-Aufschwemmung erst nach 30 sec bei drei der fünf Instrumente der Fall.
Da selbst nach Expositionszeiten von 50 sec noch Wachstum nachgewiesen werden konnte (Tab. 12), muß für mit Sporenerde beimpfte Wurzelkanalinstrumente eine Einwirkzeit von mindestens 60 sec bei 250°C gefordert werden, um die Abtötung aller Keime zu erreichen.

Aus den Untersuchungen der Testreihe 2 geht hervor, daß der Testkeim Staphylococcus aureus, nach der vom Hersteller vorgeschriebenen maximalen Sterilisationszeit von drei bis fünf Sekunden nicht immer abgetötet worden ist.
Da in einem Fall sogar nach 15 sec noch Wachstum beobachtet werden konnte, ist eine Expositionszeit von 20 Sekunden notwendig, um einen sicheren Sterilisationseffekt bei Verwendung von Wurzelkanalinstrumenten zu erreichen.

Die Kontamination der kleinen chirurgischen Fräsen mit Staphylococcus aureus und deren Sterilisation im Kugelsterilisator erbrachte, trotz der zweifelsfrei gegebenen höheren Wärmeableitung als bei Wurzelkanalinstrumenten, vergleichbare Ergebnisse. Auch hier muß eine Expositionszeit von mindestens 20 Sekunden gefordert werden, um alle vegetativen Keime abzutöten.

6.3. Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse der Testreihe 2 sind nahezu deckungsgleich mit denen, die KÜNZEL (68) bei entsprechenden Versuchen mit gangränösem Material erzielte, was darauf hindeutet, daß die Aufschwemmung der Testkeime in Blut eine realitätsnahe Testbedingung darstellt.
Die Untersuchungen zeigen, daß mittels des Kugelsterilisators SANAP eine Sterilisation von zahnärztlichen Kleininstrumenten prinzipiell möglich ist.

Für größere Instrumente wie Mundspiegel, Pinzetten, Extraktionszangen, Skalpelle etc. eignet sich der Kugelsterilisator nicht (39, 59, 68, 81, 99). Durch entsprechende Wärmeableitung verlängert sich die Sterilisationsdauer auf eine nicht mehr praxisgerechte Zeitspanne.

Für das zahnärztliche Kleininstrumentarium muß bei Kontamination mit Keimen der Resistenzstufe I eine Expositionszeit von 20 Sekunden gefordert werden, um eine völlige Keimfreiheit zu erreichen.
Um Keime der Resistenzstufe III abzutöten, ist eine Expositionszeit von 60 Sekunden erforderlich.

Berücksichtigt man die Untersuchungen von WANTZEN (107), wonach bereits eine dreimalige Exposition für 20 Sekunden bei 230°C negative Auswirkungen auf die Elastizität des sterilisierten Materials hat und die Aussagen befragter Instrumentenhersteller, daß ab einer Expositionstemperatur von 140°C ein Stumpfwerden der Instrumente zu befürchten ist, so sind die Grenzen der Anwendungsmöglichkeiten dieses Sterilisiergerätetyps deutlich aufgezeigt.

7. Zusammenfassung

Schwerpunkte dieser Untersuchung zur hygienischen Situation am zahnärztlichen Arbeitsplatz waren:

- Das Versorgungssystem der Behandlungseinheiten
- Das Umfeld des Behandlungsstuhles
- Die Wirksamkeit des Elektro-Kugelsterilisators nach Dessart.

Es ergaben sich folgende Resultate:

Im Wasser der fünf untersuchten Behandlungseinheiten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen wurden Keimzahlen von bis zu 10^6 Keimen/ml nachgewiesen. Der Keimgehalt schwankte je nach Entnahmestelle. An fakultativ pathogenen Mikroorganismen wurden Pseudomonas-Arten und Corynebakterien isoliert.

Das Wasser der Wasserversorgung Tübingen weist Trinkwasserqualität auf. Der Keimgehalt des den Einheiten zufließenden Leitungswassers liegt, bedingt durch die zwischengeschaltete Ionenaustauscheranlage des Zentrums, weit über der Norm von 100 Keimen/ml, weist aber, im Gegensatz zum Kühl- und Spülwasser der Behandlungseinheiten, keine fakultativ pathogenen Keime auf.
Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß die hohen Keimgehalte des Wassers der Einheiten die für das Trinkwasser bestehenden Normen bei weitem übersteigen. Durch den hohen Gehalt an fakultativ pathogenen Keimen, stellt der Kontakt mit dem kontaminierten Wasser ein Gesundheitsrisiko für den Patienten dar.
Die Hauptursache für derart hohe Keimkonzentrationen ist im konstruktionsbedingten Rücksaugeffekt des Turbinenwassers zu suchen. Dabei dringen Mikroorganismen aus dem Mundhöhlenbereich des Patienten in das Wassersystem der Behandlungseinheit ein und führen zu einer generellen Verkeimung aller dort installierten Wassertransportwege.

Die an der Einheit zum Einsatz kommende Druckluft ist keimarm, was auf eine relativ wirkungsvolle Filtration und Trocknung bei der Druckluftaufbereitung hindeutet. Trotzdem ist eine keimdichte Filtration zu fordern.
Die untersuchten Turbinen-Druckluftschläuche wiesen einen extrem niedrigen Keimpegel auf.

Die Schutzkleidung der Studenten war in nahezu der Hälfte der untersuchten Hosen und Kittel erheblich bis stark mit Keimen behaftet. Bei 11 % der Abklatschproben von Hosen wurde Staphylococcus aureus nachgewiesen.

Verschiedene Teile des Behandlungsstuhles wurden mittels Abklatschproben untersucht. Hervorzuheben sind die hohen Keimkonzentrationen von Pseudomonas spezies, die an den Armlehnen der Behandlungsstühle festgestellt werden konnten.

Der Einsatzbereich des Elektrokugelsterilisators nach Dessart ist auf das Kleininstrumentarium beschränkt.
Die Sterilisierwirkung gegenüber Keimen der Resistenzstufe I und III konnte nachgewiesen werden.
Die dazu notwendigen Expositionszeiten liegen mit 20 Sekunden bei Keimen der Resistenzstufe I und 60 Sekunden bei Keimen der Resistenzstufe III über den Herstellerangaben.

8. LITERATUR

1. ACKERMANN, K.: Desinfektion und Sterilisation.
Zahnärztl. Praxis 25, 553-556 (1974).

2. ALBRECHT, J., RIETHE, P., WASILIEWSKI, E.:
Über die Infektionsquellen bei der Anwendung des Nondolor-Gerätes, Luftbläser und Wasserspray.
Zahnärztl. Welt 8, 333-336 (1953).

3. ALDERSVILLE, J., BROCK, A., DIETRICHSEN, L., MATZEN, P.,

Hepatitis B Virus Infections among danish Dentists.
J. Infect. Dis. 137, 63 (1978).

4. ARBEITSTAGUNG (2.):
Hygiene in der zahnärztlichen Praxis
Hyg. + Med. 5, 487-494 (1980).

5. BAHRS, J.: Gefährdung durch Spraynebel?
Diss. Mainz 1971.

6. BAUER, E., PORTELE, K.:
Infektionsgefahr und Schutzmaßnahmen bei der Präparation mit Turbinengeräten.
Zahnärztl. Praxis 17, 91-95 (1966).

7. BECKERT, J., BARTELMESS, CH.:
Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Klinik und Praxis.
Zahnärztl. Praxis 30, (1), 7-9 (1979).

8. BERGER, U.: Sterilisation, Desinfektion und Hygiene in der zahnärztlichen Praxis.
München-Berlin, Urban und Schwarzenberg.
(1954).

9. BIESINGER, R. P.:
Angewandte Hygiene im zahnärztlichen Praxisbereich.
Hospital-Hygiene 68, 171-178 (1976).

10. BIRCH, R. H., MELVILLE, T. H., NEUBERT, E. W.:
A Comparison of Root-canal and Apical Lesion Flora.
Problems of the Direct Bacteriological Sampling of the Periapical Lesion.
Brit. Dent. J. 116, 350-352 (1964).

11. BLANCHARD, D. C., SYZDEK, L.:
Mechanism for the water-to-air transfer and concentration of bacteria.
Science 170, 626-628 (1970).

12. BOESSMANN, K.: Organisation von Hygienemaßnahmen im poliklinisch-zahnärztlichen Bereich einer Universitäts-, Zahn-, Mund- und Kieferklinik.
Hyg. + Med. 5, 519-526 (1980).

13. BORNEFF, J.: Hygiene.
Stuttgart, Thieme (1977).

14. BRAUN, R.: Die Bedeutung der Berufskrankheiten des Zahnarztes.
Zahnärztl. Mitt. 52, 57-59 (1962).

15. BREENKÖTER, W.: Kritische Untersuchung des Elektro-Kugelsterilisators nach Dr. Dessart unter besonderer Berücksichtigung an Einwirkung der Hitze auf Bohrer und Nadeln.
Med. Diss. Köln 1936.

16. BÜCKLERS, L.: Desinfektionsmaßnahmen in der zahnärztlichen Praxis.
Quintessenz, 27, (10) 135-138 (1976).

17. BUNDESGESUNDHEITSAMT DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND:
Virushepatitis.
Dtsch. Ärzte Verlag, Merkblatt 71 (1980).

18. CABOT, L. A., MÜLLER, R. L. and MICIK, R. E.:
Bacterial contamination of water delivered by dental units.
J. Dent. Res. 6, 1567-1569 (1971).

19. CISZEWSKI, H. J.:
Die Wasserversorgung zahnärztlicher Handstücke, eine Gefahrenquelle für Behandler und Patient.
Vortr. anl. 9. Jahrestagung der DGZ in Braunschweig (1981).

20. DIN 2000: Leitsätze für die zentrale Trinkwasserversorgung. DIN-Katalog 1978.
Berlin - Köln, Beuth.

21. DOMBROWSKY, K.-J.:
Arbeitshygienische Gesichtspunkte der zahnärztlichen Praxisführung.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 29, 160-164 (1974).

22. DOMBROWSKY, K.-J.:
Arbeitshygiene und zahnärztliche Arbeitsplätze.
Zahnärztl. Praxis 25 (4), 19-92 (1974).

23. DOMBROWSKY, K.-J.:
Hygiene und zahnärztliche Praxis.
Zahnärztl. Praxis 25 (23), 550-552 (1974).

24. DRUSKEIT, W.: Geräte- und Instrumenten-Desinfektion in der zahnärztlichen Praxis.
Zahnärztl. Welt/Ref. 79, 986-987 (1970).

25. EICHNER, K.: Hygiene in der zahnärztlichen Praxis unter Berücksichtigung der Prothetik.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 35, 877-880 (1980).

26. EIGNER, U.: Die Händehygiene in der zahnärztlichen Praxis.
Quintessenz 12, 111-119 (1975).

27. EISENBURG, J., HOLL, J., KRUIS, W., WEINZIERL, M., GRUNST, J., PUTTKAMMER, D. und WENDL, N.:
Hepatitis-Risiko bei Zahnärzten.
Fortschr. Med. 95, 1249-1258 (1977).

28. ENGELHARDT, J. P., FISKVATN, H.:
Hygiene in der Zahnarztpraxis - Wunsch und Wirklichkeit.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 31, (4) 277-281 (1976).

29. FENNER, W.: Ein System praxisnaher Hygiene.
Quintessenz 25, (8) 11-17 (1974).

30. FINDLAY, J.: A Report on the Efficancy of Molten Metal and ball Bearings as Media for Sterilisation.
Brit. Dent. J. 98, 318-323 (1955).

31. FRÖSNER, G. G. und ZUCKERMANN, A.:
Hepatitis B: Epidemiologie und Stand der Prävention.
Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 82, 51 (1976); zitiert nach Gorus et al. (1979).

32. FUHR, K.: Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Desinfektion und Sterilisation.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 22, 1196-1205 (1967).

33. GORUS, R., LANDT, H. und JENSEN, T. W.:
Die Virushepatitis aus zahnmedizinischer Sicht.
Zahnärztl. Praxis 30, 9-16 (1979).

34. GRÄF, W., MÜLLER, W.:
Zur Hospitalismusproblematik im zahnärztlichen Bereich.
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 161, 427-443 (1976).

35. GRÄF, W. und VOLLMUTH, G.:
Die konstruktionsbedingte Keimübertragung durch Inneninfektion von Dentalturbinen.
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig.. B. 165, 444-457 (1977).

36. GRÜN, L.: Probleme der Desinfektion und Sterilisation im zahnärztlichen Bereich.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 22, 1169-1174 (1967).

37. GRÜN, L. und CROTT, K.:
Über den Keimgehalt der Turbinensprays.
I. Fahrbare Turbinen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 24, 189-192
II. Eingebaute Turbinen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 24, 870-875 (1969).

38. GRÜN, L. und ENGELHARDT, J. P.:
Versuche zur Standardisierung der Prüfung chemischer Desinfektionsmittel zur Prothesendesinfektion.
Hyg. + Med. 4, 355-363 (1979).

39. GRUMBACH, A.: Protokoll über Versuche mit dem Kugel-Sterilisator und Dr. Dessart.
Gutachten 1950.

40. HAIBER, U.: Voraussetzung für eine hygienisch einwandfreie Arbeitsweise.
Quintessenz J. 5, 15-18 (1975).

41. HANNE, R.: Prüfung eines Kugelsterilisators für Zahnärzte.
Zahnärztl. Rundschau 43, 1159 (1934).

42. HAUN, F. und EXNER, M.:
Zahnärztliche Einheiten und Pseudomonas aeruginosa.
Vortr. anl. 9. Jahrestagung der DGZ in Braunschweig (1981).

43. HERRMANN, H. W.:
Hygiene- und Sterilketten in der zahnärztlichen Praxis.
Quintessenz J. 8 (2), 21-28 (1978).

44. HETZHEIM, B. und RITZ, W.:
Die Versorgungssysteme neuer zahnärztlicher Behandlungseinheiten unter hygienischen Gesichtspunkten.
Diss. Gießen 1977.

45. HILGER, R.: Organisation der Hygienischen Instrumentenwartung.
Vortr. anl. 9. Jahrestagung der DGZ in Braunschweig (1981).

46. HORCH, H.: Untersuchungen über die Bedeutung der Virushepatitis als Berufskrankheit bei Zahnärzten.
Zahnärztl. Welt/Ref. 86, 60-64 (1977).

47. JANUSZ, G.: Vergleichende mikrobielle Untersuchungen verschiedener Hygiene-Maßnahmen zur Desinfektion und Sterilisation zahnärztlicher Hand- und Winkelstücke.
Diss. Gießen 1975.

48. KANZ, E.: Luft- und Staubkeime als Problem der Arbeitsräume.
Beispiele angewandter Forschung, Jahresbuch der Fraunhofer-Gesellschaft e.V., München (1966/1967).

49. KANZ, E., HEEG, P. und GRAU, H.:
Untersuchungen zur hygienischen Situation in zahnärztlichen Praxen.
unveröffentlicht.

50. KELSTRUP, J., FUNDER-NIELSEN, T. D. and THEILADE, J.:
Microbial Aggregate Contamination of Water Lines in Dental Equipment and its Control.
Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Ref. 261/1, 18-19 (1979).

51. KETTERL, W.:
Allgemeine Hygiene in der zahnärztlichen Praxis.
Freier Zahnarzt, 22 (8), 38, 40, 43-46 (1978).

52. KETTERL, W.:
Einmalartikel I.
Quintessenz, 7, 1-5 (1979).

53. KETTERL, W.:
Einmalartikel II.
Quintessenz, 8, 6-8 (1979).

54. KETTERL, W.:
Probleme der Desinfektion und Sterilisation bei Maßnahmen der Zahnerhaltung aus der Sicht der zahnärztlichen Praxis.
Vortr. anl. 9. Jahrestagung der DGZ in Braunschweig (1981).

55. KHATLHATURIAN, Z., CEBEK, G.:
Untersuchung der Hygiene am Patientenstuhl in der Zahnarztpraxis.
Schw. Monatsztg. f. Zahnärzte 12, 1266-1279 (1976).

56. KIMMEL, K.:
Hygienearbeit und Hygieneverhalten in der zahnmedizinischen Fachwelt der Bundesrepublik Deutschland.
Zahnärztl. Mitt. 3, 126-131 (1976).

57. KIMMEL, K.:
Hygieneprobleme im zahnärztlichen und zahntechnischen Bereich.
Hyg. + Med. 2, 284-285 (1977).

58. KIMMEL, K., FISCHER, W. H., RADLOFF, J.:
Arbeitshygiene ist Bestandteil rationeller Praxisführung. Richtungsweisende Ergebnisse einer Interdisziplinaeren Untersuchung.
Zahnärztl. Mitt. 62 (9),452-454 (1972).

59. KLUCZKA, J.: Sterilisation und Desinfektion des zahnärztlichen Kleininstrumenatriums.
Zahnärztl. Welt/Ref. 57, 261 (1956).

60. KLUCZKA, J. und LAMMERS, Th.:
Hygiene, Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis.
Zahnärztl. Welt 57, 261-266 (1956).

61. KLAMMT, J.: Lebensbedrohliche Komplikationen odontogener Infektionen im Zeitalter der Antibiotika.
Dtsch. Gesundheitswesen 24, 1695-1698 (1969).

62. KNOLL, K. H. und PANTKE, H.:
Ergonomisch hygienische Problembereiche in der zahnärztlichen Praxis.
Vortrag anl. 9. Jahrestagung der DGZ in Braunschweig (1981).

63. KOCH, H.: Untersuchung über den Keimgehalt des Kühlwassers eines zahnärztlichen Behandlungsgerätes.
Diss. Mainz 1978.

64. KOHLER, A.: Rationalisierung der Hygiene in der zahnärztlichen Praxis.
Quintessenz J. 8 (3) ,23-31 (1978).

65. KOWITZ, H.: Dringlichkeit und Durchführung einer Flächendesinfektion I.
Quintessenz J. 12, 15-17 (1976).

66. KOWITZ, H.: Durchführung und Dringlichkeit einer Flächendesinfektion II. Quintessenz J. 1, 15-17 (1977).

67. KRATZSCH, G. und NIEDERMEIER, W.: Epidemiologische Studie zur Hepatitismorbidität des zahnärztlichen Personals am Modell der Erlanger Universitäts-Kieferklinik. Dtsch. Zahnärztl. Z. 32, 566-572 (1977).

68. KÜNZEL, W.: Elektrokugelsterilisator. Schw. Wschr. Zahnheilkunde 71, 86-93 (1961).

69. KUNTZ, E. und KUNTZ, A.: Berufsausübungsverbot für den Zahnarzt ungünstiger Hepatitis B-Serologie? Münch. med. Wschr. 120, 1407-1410 (1978).

70. LANGER, H., BAUER, E. und PORTELE, K.: Keimbesiedlung fahrbarer Dentalturbinen. Wien. Klin. Wschr., 79, 891-896 (1967).

71. LITSKY, B. Y., MASCIS, J. D. and LITSKY, W.: Use of an antimicrobial mouthwash to minimize the bacterial aerosol contamination generated by the high speed drill. Oral. Surg. 29, 25-30 (1970).

72. MADDEN, R. M. and HAUSLER, W. J.: Microbiological Comparison of Dental Handpieces I. Preliminary Report. J. Dent. Res. 42, 1146-1151 (1963).

73. MAYER, R.: Arbeitserschwernisse und Gefahren am zahnärztlichen Arbeitsplatz. Quintessenz J. 7 (12), 27-34 (1977).

74. MAYER, R. und LEINSS, E.:
Ist die Hygiene am modernen zahnärztlichen Arbeitsplatz in Gefahr?
Dtsch. Zahnärztl. Z. 31 (2), 145-147 (1977).

75. MAYER, R.:
Hepatitis und arbeitshygienische Gesichtspunkte im zahnärztlichen Arbeitsbereich.
Öff. Gesundheitswesen 42, 480-485 (1980).

76. MAYR, A., MAHNEL, H. und Grün, L.:
Untersuchungen zur Desinfektion viruskontaminierter Zahnprothesen.
Hyg. + Med. 5, 499-506 (1980).

77. Mc ENTEGART, M. G. and CLARK, A.:
Colonization of Dental Units by Water Bacteria.
Br. Dent. J. 134, 140-142 (1980).

78. MEYER, H.:
Turbine und Hygiene.
Zahnärztl. Mitt. 47, 593-594 (1959).

79. METZ, H. und SONNABEND, E.:
Bakteriologische Untersuchungsergebnisse an den Arbeitsgeräten in der Zahnerhaltung sowie Forderungen und Empfehlungen zur Praxishygiene.
Vortrag anl. d. 9. Jahrestagung der DGZ in Braunschweig (1981).

80. MILLER, R. L. and MICIK, R. E.:
Air Pollution andits Control in the Dental Office.
Dent. Clin. North. Am. 22 (3), 453-476 (1978).

81. OTT, A.:
Die Desinfektion und Sterilisation des zahnärztlichen Instrumentariums.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 12, 149-153 (1957).

82. PELLEU, G. B. jr. and WACHTEL, L. W.:
Dental equipment may spread micro-organisms.
J. Environment Health 33, 371-375 (1971).

83. POLLUK, N. L., WILLIAMS, G. H., SHAY, D. E. and BARR, C. E.:
Laminar air purge of microorganisms in dental aerosols.
J. Am. Dent. Assoc. 81 (5), 1131-1139 (1970).

84. POSTI, J. J.:
Kontamination zwischen Praxis und zahntechnischem Labor.
Zahntechnik (Zür) 28 (4), 358-359 (1970).

85. REENEN van, J. F., COOGAN, M. M.:
Clostridia isolated from human mouths.
Arch. Oral. Biol. 15, 845-848 (1970).

86. RIETHE, P.:
Über die Infektionsmöglichkeit bei der Verwendung von luftgetriebenen Schnellstlaufgeräten.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 15, 383-387 (1960)

87. RIMMELE, H.G.:
Untersuchung zur hygienischen Situation in zahnärztlichen Praxen.
Wiss. Hausarbeit München 1974

88. ROSIN, H.:
Klinische Bakteriologie für die ärztliche Praxis.
Dtsch. Ärztebl. 42, 3000

89. ROTHBAUER, G.:
Die Infektionsgefahr für den Zahnarzt durch Spray und Turbinenbehandlung.
Zahnärztl. Praxis 8, 350-352 (1979).

90. SANAP HANDELS GESELLSCHAFT:
Gebrauchsanweisung für den SANAP-Kugelsterilisator

91. SCHOB, K.: Zur Problematik der Raumluftverseuchung unter spezieller Berücksichtigung der Tröpfcheninfektion in der zahnärztlichen Sprechstunde.
Dtsch. Stomat. 17, 382-393 (1967).

92. SCHÖNBERGER, A. und WERNER, H.-P.:
Probleme der Händedesinfektion in der stomatologischen Praxis.
Dtsch. Stomat. 19, 842-848 (1969).

93. SCHWEIZERISCHES KRANKENHAUSINSTITUT:
Richtlinien für Bau, Betrieb und Überwachung von lüftungstechnischen Anlagen in Spitälern
4 (1975)

94. SPORKENBACH, J. und EIGNER, U.:
Desinfektion zahnärztlicher Absauganlagen.
Quintessenz 2, 119-123 (1978).

95. SONNTAG, H.-G.: Vorkommen und Übertragungswege von Infektionserregern im zahnärztlichen Bereich.
Hyg. + Med. 5, 507-518 (1980).

96. SONNTAG, H.-G. und WERNER, H.-P.:
Hygiene in der zahnärztlichen Praxis.
Hyg. + Med. 5, 487-494 (1980).

97. SPRÖSSIG, M. und ANGER, G.:
Mikrobiologisches Vademecum.
Stuttgart, G. Fischer (1976).

98. STÄNDER, W.: Die Anforderungen der chirurgischen Stomatologie an die Entkeimungslehre.
Wiss. Zschr. Math.-Nat. R. 18,
1183-1184 (1969).

99. STEINKAMM, J.: Die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Dr. Dessart'schen Kugel-Sterilisators.
Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 40, 543 (1937).

100. THE, S. D. and VAN'T HOF, U. A.:
Bacterial Conditions of Water in Dental Units.
J. Dent. Res. 54, 1046-1048 (1975).

101. TRINKWASSERVERORDNUNG:
Verordnung über Trinkwasser und über Brauchwasser für Lebensmittelbetriebe.
BGBl. 16, (1975).

102. TZUKERT, A. and SANDLER, S.:
Dental care and spread of hepatitis B virus infection.
J. Clin. Microbiol. 8, 302-305 (1978).

103. VDI 2083: Reinraumtechnik: Grundlagen, Definitionen und Festlegung der Reinheitsklassen.
VDI-Richtl. 2083, Blatt 1 (1976).

104. WALLHÄUSER, K. H.:
Sterilisation, Desinfektion, Konservierung.
Stuttgart, Thieme (1978).

105. WAGNER, B.: Sterilisations-Desinfektion. - Probleme der Praxis -.
Zahnärztl. Praxis 30 (1), 16-23 (1979).

106. WANTLAND, W. W. and LANER, D.:
Correlation of some oral hygiene variables with age, sex and incedence of oral protozoa.
J. Dent. Res. 49, 293-297 (1970).

107. WANTZEN, H.: Vergleichende Untersuchungen von zahnärztlichen Kleininstrumenten, bezüglich Biege- und Bruchfestigkeit vor und nach der Sterilisation im Dr. Dessartschen Elektro-Kugel-Sterilisator.
Med. Diss. Mainz 1952.

108. WARKENTIN, R.: Der Anteil der Zahnarzthelferin an der Praxishygiene (I).
Quintessenz J. 8 (4), 37-43 (1978).

109. WILHELM, K.: Die Probleme des Bohrens mit hoch- und höchsttourigen Geräten.
Zahnärztl. Welt/Ref. 61, 184-186 (1960).

110. WILLIAMS, G. H., POLLUK, N. K., SHAY, D. E. and BARR, C. E.: Laminar air purge of microorganisms in dental aerosols: Prophylactic procedures with the ultrasonic scaler.
J. Dent. Res. 49 (6), 1498 (1970).

111. WINKLER, L.: Luftkeimbestimmungen beim Beschleifen von Zähnen bei Verwendung von Turbinen.
Diss. Düsseldorf, 1979.

Mein besonderer und herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. Mayer für seine stets freundliche und zuvorkommende Unterstützung bei der Konzeption und Abfassung dieser Dissertation.

Danken möchte ich Herrn Prof. Dr. W. Steuer und seinen Mitarbeitern vom Medizinischen Landesuntersuchungsamt Stuttgart für die freundliche Beratung und die Unterstützung bei der Erstellung der Luftkeim- und Abklatschuntersuchungen.

Herrn Prof. Ullmann und besonders Herrn Dr. Heeg danke ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und die hilfreiche Anleitung bei der Ausführung des experimentellen Teils dieser Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 16. Oktober 1948 wurde ich, Wolfgang Klein, als Sohn des Horst Klein und dessen Ehefrau Irmtraud, geb. Meixner, in Seespitz/Kärnten geboren.

Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Volksschulen Wittlich/Eifel und Ebernhahn/Westerwald. Am 1. Juli 1967 bestand ich am Staatlichen Gymnasium Montabaur die Reifeprüfung.

Den anschließenden freiwilligen Wehrdienst schloß ich 1969 als Leutnant der Reserve ab.

Mit Beginn des Wintersemesters 1969 studierte ich an der Universität Hohenheim das Fach Agrarbiologie, das ich 1973 mit dem Diplom abschloß. Bis 1975 war ich als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim und Geschäftsführer einer Landwirtschaftlichen Beratungsorganisation tätig.

1975 belegte ich an der Universität Tübingen das Fach Zahnmedizin und bestand die Zahnärztliche Prüfung am 23. Juni 1981.

Seit September 1981 arbeite ich als Assistenzzahnarzt in einer Zahnarzt-Praxis in Leinfelden.

Ich bin seit dem 30.12.1970 verheiratet und habe drei Kinder.